

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

Leandro Félix Demuner

**Níveis nutricionais de lisina e metionina mais cistina digestível
com base no conceito de proteína ideal para codornas em postura**

ALEGRE – ES

2012

Leandro Félix Demuner

**Níveis nutricionais de lisina e metionina mais cistina digestível
com base no conceito de proteína ideal para codornas em postura**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de **Mestre em Ciências Veterinárias**, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Dsc. José Geraldo de Vargas Júnior

ALEGRE – ES

2012

Leandro Félix Demuner

**Níveis nutricionais de lisina e metionina mais cistina digestível
com base no conceito de proteína ideal para codornas em postura**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de **Mestre em Ciências Veterinárias**, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal.

Aprovada em _____ de Março de 2012.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Profº. Dsc. José Geraldo de Vargas Junior
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Profº. Dsc. Walter Amaral Barboza
Universidade Federal do Espírito Santo
Co-Orientador

Profº. Dsc. Flavio Medeiros Vieites
Universidade Federal do Mato Grosso

Profº. Dsc. Bruno Borges Deminicis
Universidade Federal do Espírito Santo

DEDICATÓRIA

A Deus, por sempre me guiar e conceder esse momento de vitória em minha vida.

Aos meus pais, Pedro e Ângela Lucia, por todo o amor, compreensão e apoio em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos, Leone e Marcelo pela convivência e minha irmã Mônica que sempre esteve presente com seu apoio e suas orações.

Aos meus amigos que conquistei durante essa jornada que foram minha segunda família.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Espírito Santo e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação pela oportunidade de realização do curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação (CAPES/MEC), pela concessão da bolsa de estudo REUNI.

Ao professor José Geraldo de Vargas Junior, pela dedicada orientação, pelos ensinamentos, confiança, amizade e pelos constantes estímulos e principalmente por ter me permitido realizar o curso sob sua orientação.

Ao professor Walter Amaral Barboza, que como co-orientador esteve presente com valiosas colaborações e sugestões.

A minha família pela felicidade e confiança que sempre tiveram em mim.

A toda turma do mestrado que ingressou em 2010/1, pelo convívio e apoio.

Aos bolsistas e estagiários e amigos Julio, Priscilla, Mariana, Érica pela convivência e pelo apoio.

Aos funcionários do Setor de Avicultura da Fazenda Experimental de Rive, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em especial, “Seu” Adilson, “Seu” Paulo e Francisco Cardoso de Oliveira (*in memoriam*), o “Chicão” pela sua boa vontade e apoio.

Aos meus eternos amigos Ana Paula, Bruno, Déborah, Victor, Pedro, Claudiana pelo feliz convívio, pela ajuda nos momentos difíceis e alegria compartilhada.

Ao Raphael “Cupim”, que sempre foi um ótimo companheiro de república sempre com palavras sensatas.

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

Muito obrigado a todos.

EPIGRAFE

"Quando me desespero, eu me lembro que durante toda a história o caminho da verdade e do amor sempre ganharam. Tem existido tiranos e assassinos e por um tempo eles parecem invencíveis, mas no final, eles sempre caem, pensem nisso, SEMPRE. "

(Mahatma Gandhi)

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho estimar os níveis nutricionais de lisina e metionina mais cistina (M+C) digestível com base no conceito de proteína ideal com e sem adição dos aminoácidos mais limitantes para codornas japonesas em postura. Foram utilizadas 1008 codornas japonesas em dois experimentos com peso corporal médio de 178,73g, no período de 45 a 129 dias de idade, distribuídas em delineamento experimental inteiramente ao acaso. No primeiro experimento foram avaliados sete níveis de lisina digestível compostos por cinco níveis de lisina digestível tendo os tratamentos com menores níveis repetidos em outros dois tratamentos e adicionados 10% do valor de metionina mais cistina e treonina digestível em relação ao conceito de proteína ideal. Seguindo o mesmo raciocínio do primeiro experimento, foi realizado um segundo estudo com metionina mais cistina digestível avaliando sete tratamentos compostos por cinco níveis de M+C digestível sendo que os tratamentos com os menores níveis foram repetidos e a cada adicionado 10% do valor de lisina e treonina digestível, com base no padrão de proteína ideal, os tratamentos em ambos os experimentos tiveram oito repetições com nove aves por unidade experimental. O período experimental teve duração de 84 dias, subdivididas em quatro períodos de 21 dias. Foram avaliadas características de desempenho e qualidade dos ovos. Pelos resultados obtidos no primeiro estudo sem valorização, pode-se concluir que codornas japonesas em postura necessitam, para maximizar características de desempenho e de qualidade de ovo, de 1,30% de lisina digestível com consumo de 309,41 mg de lisina digestível, já quando utilizando a lisina com adição dos outros aminoácidos os valores não foram capazes de maximizar a produção. A partir dos dados obtidos do segundo experimento sem valorização obteve-se 0,84% M+C digestível na ração, correspondendo a um consumo diário de 202,96 mg de metionina mais cistina digestível e valor próximo foi obtido quando utilizado adição dos outros aminoácidos, de 0,82% de M+C digestível com consumo diário de 197 mg de metionina mais cistina.

Palavras-chave: aminoácidos na nutrição animal, codorna japonesa, lisina na nutrição animal, metionina, proteínas na nutrição animal, ovos, qualidade, suplemento dietético

ABSTRACT

The objective of this work to estimate the nutritional levels of lysine and methionine plus cystine (M+C) based on ideal protein concept with and without addition of the most limiting amino acids to Japanese quail. Were used 1008 japanese quails in two experiments with average body weight of 178.73 g in the period 45-129 days of age, in completely randomized experimental design. In the first experiment, seven lysine levels consisting of five levels of lysine with the repeated treatments with the lowest levels in two other treatments and added 10% of methionine plus cystine and threonine compared to the ideal protein concept. Following the same reasoning in the first experiment was conducted a second study with methionine plus cystine digestible evaluating seven treatments consisting of five levels of digestible M+C and the treatments with the lowest levels were repeated and each added 10% the amount of lysine and threonine, based on ideal protein profile, the treatments in both experiments had eight replicates and nine birds per experimental unit. The experimental period lasted 84 days, divided into four periods of 21 days. We evaluated the performance characteristics and quality of eggs. The results obtained in the first study no recovery can be concluded that Japanese quail need to maximize performance characteristics and quality of egg, 1.30% digestible lysine with consumption of 309.41 mg of lysine, when using lysine as the amino acid with the addition of other values were not able to maximize production. From the data obtained from the second experiment no enhancement was obtained 0.84% digestible M+C in the diet, corresponding to a daily intake of 202.96 mg of methionine plus cystine and value was obtained when used next addition of other amino acids, 0.82% digestible M+C with a daily intake of 197 mg of methionine plus cystine.

Keywords: - amino acids in animal nutrition, Japanese quail, lysine in animal nutrition, methionine, proteins in animal nutrition, egg quality, dietary supplement

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	01
2	REVISÃO DE LITERATURA	02
	2.1 PROTEÍNAS E OS AMINOÁCIDOS.....	02
	2.2 PROTEÍNA IDEAL.....	05
	2.2.1 Lisina	07
	2.2.2 Metionina	10
	2.2.3 Treonina	11
3	CAPÍTULO 1 - NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL COM BASE NO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL PARA CODORNAS EM POSTURA	14
	Resumo.....	15
	Introdução.....	16
	Material e Métodos.....	17
	Resultados e discussão.....	21
	Conclusões.....	29
	Referências.....	30
4	CAPÍTULO 2 - NÍVEIS DE METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEL COM BASE NO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL PARA CODORNAS EM POSTURA	32
	Resumo.....	33
	Introdução.....	34
	Material e métodos.....	35
	Resultados e discussão.....	40
	Conclusões.....	49
	Referências.....	50
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
6	REFERÊNCIAS GERAIS	53
7	ANEXOS	61

1. INTRODUÇÃO

As codornas foram domesticadas pelos japoneses no século XII, a partir do cruzamento entre codornas europeias e espécies selvagens obtendo-se a codorna japonesa. Com a domesticação desses animais foi possível produzi-los em larga escala. Isso deve-se a fatores como: elevada densidade de criação, rápido crescimento, precocidade sexual, vida produtiva prolongada, alta produtividade, retorno financeiro rápido.

O Brasil é o segundo maior produtor de ovos de codorna do mundo e em 2009 foram produzidos 192.195 milhões de dúzias, sendo que o estado de São Paulo é o principal produtor (56,6%) e o Espírito Santo o segundo maior produtor com quase 10% da produção nacional.

O conhecimento das necessidades nutricionais das aves é essencial para a otimização da capacidade produtiva destas, uma vez que as rações formuladas com recomendações nutricionais de galinhas poedeiras não possuem o mesmo padrão nutricional que a utilizada para codorna. A criação de tabelas com recomendações direcionadas às necessidades nutricionais de codornas, com base no conceito de proteína ideal, é recente e isso faz com que os dados sejam mais estudados, para maior adequação dos valores apresentados para as formulações de rações.

Para utilização do conceito de proteína ideal é necessária suplementação de aminoácidos industriais na formulação de rações sendo possível a redução do conteúdo proteico das rações, diminuindo assim o custo da ração. Dessa forma, ao ser aplicado o conceito de proteína ideal, haverá melhor aproveitamento dos aminoácidos, por redução da excreção de fontes de nitrogênio, melhorando as condições ambientais de criação.

A metionina, a lisina e a treonina, são os aminoácidos industriais mais utilizados por serem respectivamente o primeiro, segundo e terceiro limitantes na alimentação de aves, sendo essenciais para o desenvolvimento, crescimento e produção de ovos. Com isso, foram realizados dois experimentos com o objetivo de estimar o nível de lisina e metionina + cistina digestível com e sem a valorização dos aminoácidos mais limitantes, com base no conceito de proteína ideal, para codornas japonesas em produção de ovos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PROTEÍNAS E OS AMINOÁCIDOS

As proteínas são constituídas de aminoácidos (AAs), e essas são as principais estruturas de grande parte da estrutura corporal das aves. Além disso, tem função no metabolismo corporal, na síntese de tecidos e no número e tamanho dos ovos. Normalmente as composições das fontes proteicas utilizadas em rações de aves, possuem perfis de aminoácidos que não atendem as necessidades metabólicas de manutenção, *turnover* proteico orgânico, crescimento de tecidos e produtos (BERTECHINI, 2006).

A digestão da proteína nas aves inicia-se no proventrículo com ação de enzimas e através da motilidade o alimento vai sendo triturado e digerido na moela, passando para o duodeno, onde as proteínas parcialmente digeridas sofrem ação das enzimas pancreáticas e duodenais (MACARI et al., 2002). Assim, no intestino delgado, após o processo de digestão as proteínas são absorvidas na forma de aminoácidos e peptídeos. Estes compostos são transportados para o fígado principalmente pela veia porta, onde parte dos aminoácidos é fixada pelas células hepáticas e o restante é liberado na corrente sanguínea formando um “pool” extracelular de aminoácidos livres. Nos tecidos, após absorvidos pelas células, os AAs ligam-se a um específico RNAt para ser utilizado na síntese protéica no ribossomo ou são convertidos em outros metabólitos (RATHMACHER, 2000) como glicose, gordura, energia ou CO₂ e H₂O e ainda, atua na formação de derivados não proteicos (KIDD & KERR, 1996).

Para a síntese proteica as aves utilizam 20 aminoácidos, oriundos da proteína dietética ou da suplementação de aminoácidos livres. No entanto, as aves são incapazes de sintetizar nove desses aminoácidos devido à ausência de enzimas específicas (BERTECHINI, 2006). Esses aminoácidos essenciais (AAE), também chamados de indispensáveis, são: arginina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Por outro lado, histidina, glicina e prolina podem ser sintetizadas pelas aves, sendo assim chamados de aminoácidos não essenciais (AANE). No entanto, a síntese ocorre numa taxa insuficiente para atender às necessidades metabólicas que algumas situações demandam, além de serem considerados essenciais para aves em crescimento. Os aminoácidos tirosina e cisteína podem ser sintetizados quando os seus precursores, fenilalanina e metionina, estão em níveis adequados. Tornando verdadeira a afirmação de que a necessidade de proteína das aves é, na verdade, necessidade de aminoácido.

Admite-se que não há preocupações com a demanda de AANE do “pool” de AA em trânsito para os processos de síntese protéica nas células dos tecidos, pois em dietas usuais estes apresentam-se em excesso. Assim, apenas AA essenciais são levados em consideração na formulação de rações comerciais. A menos que o conteúdo protéico das dietas seja reduzido de forma a restringir o suprimento de nitrogênio total da dieta considera-se desnecessária a quantificação dos AANE.

Como as aves não estocam proteína, faz-se necessário o fornecimento adequado de aminoácidos industriais para atender as necessidades do animal dentro de uma margem de segurança, de forma que não ocorra deficiência e nem excesso prejudicando o crescimento do animal ou o aumento dos custos de arraaçamento (MACARI et al., 2002).

A composição e o processamento dos ingredientes também podem afetar a qualidade da proteína e a digestibilidade desses aminoácidos. A diminuição da digestibilidade, fração do nutriente que foi consumida e não foi recuperada nas fezes, tem sido responsável pela diminuição da síntese de proteína corporal e deposição de proteína no ovo, já que afeta a eficiência de utilização e biodisponibilização da maioria dos aminoácidos (SILVA et al., 2000). Jones et al. (2003) afirmam que algumas moléstias que promovem alterações no metabolismo podem comprometer a síntese de certos aminoácidos não essenciais em animais, confirmando que o termo aminoácido não essencial não significa que o mesmo seja dispensável.

Comumente, em dietas convencionais à base de milho e farelo de soja, existem aminoácidos que estão presentes na ração em concentração menor do que a necessária para permitir o potencial máximo de crescimento das aves e esses são chamados de aminoácidos limitantes (BERTECHINI, 2006). Geralmente, estão na seguinte ordem de limitação metionina, lisina, treonina.

Com o surgimento dos aminoácidos industriais no mercado, em escala comercial e a preços compatíveis com os produtos comumente usados na alimentação animal, tem sido possível atualmente a formulação de dietas mais próximas da necessidade do animal, resultando em menor inclusão de ingredientes ricos em proteína (farelo de soja) e ricos em energia (óleos e gorduras), substituindo-as por fontes de carboidratos como milho e sorgo, evitando o aporte excessivo de aminoácidos (proteína). O resultado é a redução dos custos das dietas, as quais representam cerca de 75% dos custos de produção das aves (ALBINO & BARRETO, 2003).

Todos os aminoácidos que são ingeridos em excesso são catabolizados, sendo o esqueleto carbônico utilizado como fonte de energia e o N (nitrogênio), eliminado na forma de ácido úrico para reduzir os efeitos tóxicos da amônia (LEESON & SUMMERS, 2001). Costa et al. (2001) citado por Costa et al. (2008) consideraram que o custo metabólico para incorporar um aminoácido na cadeia proteica é estimado em 4 mol de ATP e que o custo para excretar o nitrogênio é entre 6 a 18 mol de ATP e pode variar de acordo com a quantidade de nitrogênio do aminoácido, sendo assim o excesso de aminoácido nas rações de aves, faz com que haja um alto custo para a eliminação do excesso de nitrogênio.

Outro problema do desbalanceamento ou excesso de aminoácidos em rações é a redução no consumo de ração (HAN & BAKER, 1993; CAREW et al., 1998; SI et al., 2004), que pode ser explicado por Macari et al. (2002) sugerindo que a ave regula o consumo de proteína dietética pela ativação de controle no sistema nervoso central baseados na detecção dos níveis plasmáticos de aminoácidos e, particularmente, daqueles nutricionalmente essenciais. Assim, a dieta com grave desbalanceamento de aminoácidos induziria a um decréscimo no consumo do alimento. D'Mello (2003), em estudos com ratos concluiu que os efeitos negativos dos desequilíbrios de aminoácidos são precipitados por meio de reduções na ingestão de alimentos e as alterações na absorção do cérebro e o metabolismo de aminoácidos.

A determinação dos requerimentos aminoacídicos tem sido objetivo de muitas pesquisas, gerando ampla literatura na área (KIDD et al., 1997; BELO et al., 2000; BAKER et al., 2002; PINTO et al., 2002; PINTO et al., 2003ab; GARCIA et al., 2005; AL MAYAH, A.A.S., 2006; MOURA et al., 2007; COSTA et al., 2009; MOURA et al., 2009; BRUMANO et al., 2010; REIS et al., 2011; SCOTTÁ et al., 2011). Normalmente as necessidades nutricionais das aves são definidas utilizando o método tradicional de dose-resposta, em que são calculadas com base nas respostas médias da população para diferentes níveis de um determinado nutriente na dieta e em muitas vezes é necessário repetir as pesquisas em várias condições, uma vez que fatores como ambiente, clima, genética entre outros afetam as exigências, dificultando o estabelecimento dos níveis nutricionais e fornecendo informações contraditórias.

O método fatorial verifica o requerimento nutricional do animal através de modelos matemáticos partindo do princípio que ave necessita dos nutrientes para a manutenção dos processos vitais e atividades, crescimento e/ou produção. O modelo fatorial por considerar fatores inerentes a fisiologia e composição corporal das aves estima com maior precisão as

exigências nutricionais e otimizam a produção de uma população de aves (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007), mesmo assim esse método ainda é pouco usado pelos nutricionistas.

2.2 PROTEÍNA IDEAL

Primeiramente o conceito de proteína ideal foi definido por Mitchell (1964) como sendo mistura de aminoácidos ou proteína cuja composição atende às exigências dos animais para os processos de manutenção e crescimento. Por sua vez, Emmert & Baker (1997) concluíram que a proteína ideal pode ser definida como o balanceamento exato dos aminoácidos, sem deficiências ou sobras, com o objetivo de satisfazer os requisitos absolutos de todos os aminoácidos para manutenção e para ganho máximo de proteína corporal, reduzindo o uso de aminoácidos como fonte de energia e diminuindo a excreção de nitrogênio.

A formulação de dietas para aves anteriormente era baseada nos valores de proteína bruta ou aminoácidos totais, sendo esta menos eficiente e sujeita a grandes erros que quando formulada com base em aminoácidos digestíveis (DALE, 1992). Isto é provavelmente em virtude das diferenças de digestibilidade dos aminoácidos em cada alimento, uma vez que, a célula animal necessita de aminoácido livre. Quando utilizado AA totais pode ocorrer valorização dos aminoácidos quando comparados aos encontrados na base alimentar, ou ainda sendo subestimados, quando considerados com mesma digestibilidade que as fontes naturais de alimento (GOMES et al., 2010), não permitindo que as aves expressem todos seu potencial produtivo, causando deste modo aumento da poluição ambiental (pela maior excreção de nitrogênio) e ainda onerando o custo final da ração (pelo excesso de proteína na dieta). Portanto a formulação de dietas aplicando-se a digestibilidade dos aminoácidos permite que o nutricionista atinja as reais necessidades proteicas das aves e para ser possível a utilização dos AA digestíveis é necessário obter seus valores em tabelas de composição de alimentos (NRC, 1994; ROSTAGNO et al., 2011)

Rostagno et al. (1995) observaram que frangos de corte alimentados com aminoácidos digestíveis, apresentaram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar, podendo proporcionar benefícios econômicos em relação às dietas formuladas à base de aminoácidos totais. A proteína dietética influencia no desempenho dos animais, e sua eficiência de utilização é dependente da quantidade, da composição e da digestibilidade de seus aminoácidos, sendo estes exigidos em níveis específicos pelas aves. Sendo assim, o

ímbalãço dos aminoácidos pode reduzir a eficiência de utilização da proteína dietética, além de provocar a diminuição do consumo voluntário (PACK, 1995; RODRIGUEIRO, 2000).

Com isso, um dos avanços mais importantes na nutrição animal nos últimos anos foi o uso do conceito de proteína ideal, que pode ser definida como mistura ou balanço exato de aminoácidos essenciais e o suprimento adequado de aminoácidos não-essenciais, com total disponibilidade de digestão e de metabolismo, capaz de atender sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos necessários para a manutenção animal e máxima deposição proteica (PARSONS & BAKER, 1994).

O crescimento e desenvolvimento dos conhecimentos de nutrição animal, com a adequação dos estudos das bases do metabolismo protéico, conhecimento e estudo dos valores nutricionais e digestibilidade dos ingredientes, juntamente com a produção de aminoácidos industriais, possibilitou a otimização das dietas, alcançando os requerimentos nutricionais em proteína e aminoácidos, com baixos custos e menores impactos ao meio ambiente (SUIDA, 2001).

Para utilização do conceito de proteína ideal é necessário que haja um aminoácido padrão, que a partir desse seja possível calcular a quantidade do uso dos demais, garantindo a melhor relação de aminoácidos para a máxima produção animal. O cálculo para quantidade do aminoácido referência a ser utilizado devem ser expressos como proporções ideais ou percentagens a partir da necessidade do animal. Entretanto, esses valores segundo Baker et al. (2002), alteram conforme alguns fatores como: fase de vida, fatores dietéticos (nível protéico, nível energético e presença de inibidores de proteases ou fatores anti-nutricionais) condições ambientais e estado fisiológico do animal (doenças, lotação, espaço do comedouro, calor ou frio) e fatores genéticos (sexo, capacidade de deposição de tecido magro ou gordura).

A determinação das necessidades de aminoácidos dos animais com base no conceito de proteína ideal permite reduzir os níveis de proteína bruta na dieta, com consequente suplementação de aminoácidos industriais na forma cristalina, maximizando a utilização da proteína, garantindo a margem de segurança e consequentemente, reduzindo o custo e emissão de poluentes para o ambiente (MOURA, 2004).

De acordo com Aletor et al. (2000) citado por Oliveira Neto et al. (2009) o excesso de proteína ou o ímbalãço entre os aminoácidos podem comprometer o desempenho das aves, promovendo carga excessiva de aminoácidos na circulação sanguínea que, para serem

metabolizados terão gasto extra de energia, a qual é desviada da produção para os processos de excreção do nitrogênio (N). É preconizado, portanto, que a formulação de dietas com fontes proteicas e aminoácidos seja feita, estabelecendo o balanço aminoacídico com porcentagem mínima de proteína bruta, levando em consideração o conceito de proteína ideal (PARSONS & BAKER, 1994).

No entanto, na maioria das formulações de dietas para aves, observa-se o fornecimento somente dos primeiros aminoácidos limitantes, sendo na maioria das vezes a relação entre AAE: AANE negligenciada. Cole & Van Lunen (1994) sugeriram que, ao fornecer proteína ideal, seria necessário fornecer uma mistura perfeitamente balanceada de AAE com N suficiente para a síntese de AANE.

De acordo com Narváez-Solarte et al. (2005) os níveis de proteína bruta podem ser diminuídos até 14%, desde que sejam mantidos as quantidades de aminoácidos essenciais e o seu balanço aminoacídico, que não haverá influência sobre o desempenho das codornas. Entretanto, a redução dos níveis proteicos pela suplementação com aminoácidos industriais deve respeitar as necessidades de nitrogênio das aves para não restringir o desempenho.

Atualmente existem varias fontes sobre o requerimento nutricional das codornas japonesas (SILVA & RIBEIRO, 2001; SILVA, 2009; ROSTAGNO et al., 2011), mas até pouco tempo atrás ainda eram formuladas rações a partir de tabelas estrangeiras (NRC, 1994; LEESON & SUMMERS, 1997) com dados publicados até a metade da década de oitenta. As pesquisas nacionais são de suma importância, pois uma vez que os valores de aminoácidos encontrados em clima temperado não possuem às mesmas relações de aminoácidos consideradas ideais para a criação de aves nos trópicos.

2.2.1 Lisina

A lisina (Ácido 2,6 diamino-hexanóico) é considerada aminoácido essencial porque é sintetizado nos tecidos em quantidade insuficiente para atender às necessidades das aves, o que obriga o uso de lisina pré-formada, presente na proteína intacta alimentar ou em fontes sintéticas como a L-lisina - HCl (KLASING et al., 1998 citado por MOURA et al., 2007) ou Lisina Sulfato.

Além de ser o segundo aminoácido limitante depois da metionina em dietas para aves (PACK, 1996), a lisina é considerada o aminoácido referencia no uso do conceito de proteína ideal. Essa escolha se deve a alguns fatores: sua análise é mais simples e menos dispendiosa que a de metionina mais cistina; sendo utilizada quase que exclusivamente para a produção de proteína além de ser precursora da carnitina; existe grande numero de trabalhos avaliando sua necessidade nutricional e digestibilidade; não ocorre transaminação, evitando qualquer modificação metabólica que possa interferir nas determinações das suas exigências. Com isso, sabendo das necessidades reais de lisina fica mais fácil a estimativa dos outros aminoácidos (BERTECHINI, 2006).

Conforme Koelkebeck et al. (1991) a lisina é considerada o terceiro aminoácido mais tóxico para as aves, sendo antagonista da arginina, podendo causar deficiência de arginina devido à competição por sítios de absorção nos enterócitos (KIDD et al., 1998). A ingestão de lisina em excesso pode desencadear efeito aminostático que afetaria o consumo. Uma alta relação lisina-arginina em dietas de aves pode levar à formação do aminoácido homoarginina diminuindo o apetite, com prejuízo no desempenho das aves (ANGAKANAPORN et al., 1997 citado por CUPERTINO et al., 2009).

Oliveira et al. (1999) realizaram ensaio de desempenho utilizando ração testemunha contendo níveis adequados de proteína bruta e aminoácidos, de acordo com NRC (1994), e outras rações contendo cinco níveis crescentes de lisina total (0,65; 0,85; 1,05; 1,25 e 1,45%) e 14,1% de PB para determinar a necessidade nutricional de codornas japonesas em postura. Os autores recomendaram níveis de 1,07 e 1,08% de lisina total para maior porcentagem de postura e melhor peso médio dos ovos, respectivamente, e 1,0% de lisina para rações com 19,0% de PB.

Ribeiro et al. (2003), em experimento para estimar as exigências de lisina total e a relação lisina: proteína em codornas, na fase de postura, indicaram 1,07 e 1,15% de lisina total para a máxima produção de ovos utilizando dietas com 20 e 23% de PB, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Pinto et al. (2003b), determinando a exigência de lisina digestível (0,80, 0,90, 1,00, 1,10, 1,20 e 1,30%, com 19,55% de PB) para codornas japonesas em postura, encontraram ser necessário 1,117% de lisina digestível para maximizar a massa de ovos, correspondendo ao consumo diário de 254 mg de lisina digestível

Avaliando o efeito dos níveis de PB (16, 18 e 20%), metionina + cistina total (0,700; 0,875 e 1,050%) e lisina total (1,100 e 1,375%), na produção e qualidade de ovos de codornas japonesas, Garcia et al. (2005) concluíram que dietas contendo níveis superiores a 1,100% de lisina são inadequados, pois promovem decréscimo na produção, na massa de ovos e na conversão alimentar por massa de ovos, não havendo interferência com relação ao nível de proteína bruta utilizado.

Moura et al. (2009) avaliaram os níveis de lisina, para codornas japonesas em postura (0,60%; 0,80%; 1,00%; 1,20% e 1,40% de lisina total e utilizando 18%PB) e verificaram que houve interação significativa entre os níveis de lisina e ao longo dos períodos estudados, sendo o nível ótimo para melhorar a qualidade do ovo de codorna estimado de 1,06% de lisina. Costa et al. (2008) em estudos para avaliar necessidades de lisina digestível (0,88; 0,96; 1,04; 1,12; 1,20%, com 19,9%PB) para codornas japonesas em postura, observaram que o nível de 1,03%, correspondendo ao consumo diário de 292 mg, sendo suficiente para otimizar parâmetros produtivos.

Em trabalhos avaliando as necessidades nutricionais de lisina digestível para codornas japonesas em produção, alimentadas com dietas contendo 19,5% de PB (DEMUNER et al., 2009a) e 21,5% de PB (DEMUNER et al., 2009b), utilizando os níveis de 0,77%; 0,85%; 0,93%; 1,01% e 1,09%, para ambos experimentos, encontraram como resultado a necessidade de lisina digestível estimada em 1,09% e 0,949% , respectivamente. Ribeiro (2011) avaliando níveis de lisina digestível (0,95; 1,00; 1,05; 1,10 1,15 e 1,20% e PB de 20,37%) estimaram o nível ótimo de 1,12% de lisina na ração para máxima produção de ovos, correspondendo ao consumo diário de 272,23mg de lisina digestível/ave.

De acordo com os estudos publicados para se obter maximização da produção de ovos de codorna o nível de lisina variou de 0,949 a 1,15%. Como observado ainda existe um contraste nos valores verificados, portanto condições diferentes de pesquisas proporcionam diferenças nesses valores, tornando necessário a realização de pesquisas, com a aplicação do conceito de proteína ideal, uma vez que essa pratica leva em consideração a verdadeira utilização do aminoácido pelo animal, ou seja, a digestibilidade do aminoácido pelo organismo das aves.

2.2.2 Metionina

A metionina caracteriza-se como aminoácido sulfuroso, essencial e limitante na produção de aves. Segundo Warnick & Anderson (1968) citado por Silva et al. (2011), a metionina participa da síntese de proteína, sendo precursora da cisteína e doadora de radicais metil, além é claro, de ser o primeiro aminoácido limitante nas dietas de aves à base de milho e de farelo de soja. Entretanto, a conversão de metionina em cistina não é reversível, por isso torna-se necessário determinar os níveis adequados destes aminoácidos, a fim de se atender esta interrelação (RODRIGUEIRO et al., 2000).

A metionina é amplamente suplementada na dieta de aves na forma de DL-Metionina, pois além de desempenhar funções como a deposição proteica, desenvolvimento de penas, produção de ovos e atuação no metabolismo de lipídeos (KALINOWSKI et al., 2003), também contribui para a produção de imunoglobulinas (AL-MAYAH, 2006), elevando a resistência às doenças, fator importante na criação de poedeiras, haja vista o seu longo ciclo produtivo. É aminoácido essencial para o desenvolvimento e desempenho normais das aves, sendo um importante fator no controle do tamanho do ovo, pois a poedeira consome energia para sustentar o número de ovos, mas o peso dos ovos depende dos níveis de aminoácidos da dieta, principalmente da quantidade de aminoácidos sulfurados (HARMS, 1999).

Murakami et al. (1994) em experimento para determinar as exigências de metionina para codornas japonesas em postura, utilizaram dieta suplementada com DL-metionina obtendo-se os níveis de 0,35; 0,45; 0,55, 0,65% e verificaram que o nível de 0,45% de metionina total foi suficiente para atender as exigências das codornas japonesas em postura.

Avaliando três níveis de energia metabolizável (2.700, 2.850 e 3.000 kcal/kg) e dois de metionina (0,45 e 0,50%) para codornas japonesas em postura, Stringhini et al. (1998) concluíram que o nível de 0,50% de metionina proporcionou maior peso dos ovos e melhores taxas de conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos. Belo et al. (2000) ao trabalharem com dieta contendo cinco níveis de DL-metionina (0,283; 0,355; 0,428; 0,501 e 0,573%) encontraram valor próximo de 0,428% metionina para maximizar a produção de ovos.

Pinto et al. (2003a) estudaram a relação metionina mais cistina digestível: lisina digestível (0,60, 0,65, 0,70, 0,75, 0,80 e 0,85%), para codornas japonesas em postura, e observaram necessidade de 0,727% de M+C digestível na ração, para consumo diário de 164

mg de metionina mais cistina digestível, correspondendo à relação metionina mais cistina digestível: lisina digestível de 0,80.

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

Costa et al. (2009) desenvolveram experimento com codornas japonesas na fase de produção de ovos determinando o nível de metionina + cistina digestível para codornas japonesas (0,55; 0,61; 0,67; 0,73 e 0,79%) e verificaram que o nível para maior produção e melhor qualidade de ovos foi de 0,696% de metionina+cistina digestível, correspondente a um consumo diário de 186,7 mg/ave.

Reis et al. (2011), avaliaram a relação entre metionina mais cistina com lisina para codornas japonesas (0,65; 0,70; 0,75; 0,80; 0,85 e 0,90) e concluíram que a melhor relação seria de 0,84% correspondente ao consumo de 221,0 mg/ave/dia de metionina + cistina, proporcionando melhor desempenho e satisfatória qualidade de ovo de codornas japonesas. Scottá et al. (2011) também avaliaram o efeito da relação entre metionina mais cistina com lisina para codornas japonesas na fase de postura (0,66; 0,74; 0,81; 0,89 e 0,97) com dois níveis de proteína bruta 19,5 e 21,5 e concluíram que os valores de 0,66% e 0,851%, respectivamente, são as melhores relações para se utilizar nas rações.

2.2.2 Treonina

A treonina (ácido α -amino β -hidroxibutírico) foi identificada na década de 30, é um aminoácido polar, possui cadeia hidrofílica e contribui, juntamente com a serina, com a hidrofília das proteínas, quando presente em regiões expostas da cadeia polipeptídica. A Treonina participa na síntese de proteínas, e seu catabolismo gera produtos importantes no metabolismo (glicina, acetil-CoA, e piruvato). Aves não são capazes de sintetizar treonina, tornando-o nutricionalmente aminoácido essencial, não sendo transaminado pelos os animais que não utilizam a sua forma D-isómero, apenas L-treonina. (KIDD & KERR, 1996).

A L-treonina pura é 100% digestível e está disponível comercialmente oferecendo uma maior flexibilidade na formulação de dietas. Sua suplementação permite uma menor

inclusão de alimentos proteicos na dieta dos animais, levando a uma menor excreção de nitrogênio e redução na poluição ambiental.

A treonina é encontrada em altas concentrações no coração, nos músculos, no esqueleto e sistema nervoso central. É exigido para formação da proteína e manutenção do turnover protéico corporal, além de auxiliar na formação do colágeno e elastina e atuar na produção de anticorpos. De acordo com Kidd (2000), a treonina é um importante componente das penas, pois juntamente com a serina correspondem a mais de 20% dos aminoácidos presentes nos resíduos das penas. Baixo conteúdo de treonina é encontrado nos grãos, portanto, dietas à base de graníferos podem acarretar deficiência deste aminoácido, recomendando-se, portanto, o fornecimento do aminoácido sintético (SÁ, et al., 2007).

Segundo Kidd & Kerr (1996) a treonina frequentemente é o ponto de pressão em formulações de custo mínimo, determinando o nível de proteína bruta da dieta. Assim para formular dietas de custo mínimo, deve-se atender as necessidades de treonina para alcançar um bom desempenho sem que haja o desequilíbrio aminoacídico, uma vez que deficiência de treonina pode diminuir a eficiência de utilização de metionina + cistina e de lisina (ATENCIO et al, 2004). Por outro lado, o excesso de metionina provoca diminuição de crescimento em função de uma deficiência secundária de treonina em que os níveis de treonina no plasma e tecidos diminuem acompanhando um excesso de metionina. O excesso de metionina é prevenido apenas parcialmente pela treonina e também pela serina e glicina. É possível que estes dois últimos aminoácidos, que são interconversíveis, facilitem a oxidação da metionina, uma vez que a serina é um importante substrato para a conversão da metionina em cisteína. A lisina também pode interferir no metabolismo da treonina, ou seja, o excesso de lisina pode causar deficiência de treonina (ANDRIGUETTO et al., 2002).

Além de exigência de treonina para alcançar bom desempenho em aves, a treonina é componente principal de mucinas intestinais e secreções digestivas. Segundo Grala et al. (1998), as glicoproteínas (Mucinas) presentes no muco intestinal (95% de água e 5% de mucinas) possuem grande quantidade de treonina, e em situações onde exige-se maior produção da mucina (dietas com alto teor de fibra, infecções, doenças), a sua exigência aumenta (LENSING et al. 2007). Devido à baixa digestibilidade das mucinas, os aminoácidos que as constituem não podem ser reabsorvidos. Segundo Lien et al. (1997), as mucinas contribuem com aproximadamente 30% da treonina nas perdas endógenas. Devido a isso, as perdas endógenas são mais ricas em treonina do que em lisina e metionina.

No entanto, utilizando dietas a base de milho e farelo de soja normalmente não ocorre desequilíbrio na relação lisina/treonina em aves, devido ao nível de treonina, que pode variar de 0,75-0,83% (KIDD & KERR, 1996).

Na literatura o número de pesquisas sobre a necessidade nutricional de treonina é bem escassa para codornas, tendo os valores para galinhas poedeiras superiores aos recomendados para as codornas, o que pode comprometer os dados de produtividade, e pior ainda, podem causar prejuízos econômicos com a utilização de níveis, às vezes, excessivos de alguns nutrientes.

As exigências nutricionais de codornas japonesas em postura, de acordo com o INRA (1999) é 0,58% de treonina, entretanto o NRC (1994) e Leeson & Summers (2005) recomendam valores superiores 0,74% e 0,78% de treonina, respectivamente. Podemos observar a discordância entre os resultados, em que a exigência de treonina do NRC (1994) e Leeson & Summers (2005) é de 21,6 e 25,6%, respectivamente, superiores aos recomendados por INRA (1999), respectivamente.

Estudando níveis de treonina digestível (0,65; 0,70; 0,75; 0,80 e 0,85%) em dietas para codorna japonesa em postura, Umigi et al. (2007) concluíram que para proporcionar os melhores resultados de desempenho e de qualidade de ovos, a codorna japonesa não exige uma relação treonina digestível: lisina digestível maior que 0,65%, para um consumo de 149,2 mg de treonina digestível/dia. Todavia, Silva (2009) recomenda uma relação de treonina digestível: lisina digestível de 0,67% diferente de Rostagno et al. (2011) que recomenda essa mesma relação com 0,71%.

CAPÍTULO 1

Níveis de lisina digestível com base no conceito de proteína ideal para codornas em postura

Artigo confeccionado conforme as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

(Submetido em português para posterior tradução não sendo necessário o abstract)

Níveis de lisina digestível com base no conceito de proteína ideal para codornas em postura

Resumo: Com esse estudo objetivou-se determinar as necessidades nutricionais de lisina digestível, sem valorização (SVal) e com a valorização (CVal) dos primeiros aminoácidos limitantes, para codornas japonesas em postura. Foram utilizados 504 animais com peso médio inicial de 178,7g num período de 84 dias, subdivididos em quatro períodos de 21 dias. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso em sete tratamentos (0,83; 0,93; 1,03; 1,13; 1,23; 0,83%+CVal e 0,93%+CVal de lisina digestível), com oito repetições sendo nove aves por unidade experimental. As variáveis avaliadas foram o consumo de ração (g/ave/dia), consumo de lisina (g/ave/dia), taxa de postura (%), peso médio dos ovos (g), massa de ovo (g/ave/dia), conversão alimentar (g/g e kg/dúzia), peso absoluto (g) e relativo (%) de gema, albúmen e casca. Verificou-se efeito significativo dos níveis de lisina (sem valorização da relação aminoacídica) sobre parâmetros produtivos e de qualidade dos ovos. Assim sendo, conclui-se um nível de 1,30%, com consumo de 309,41 mg de lisina digestível de forma a potencializar a produção das aves. Quando utilizado a valorização dos primeiros aminoácidos limitantes, os níveis de lisina digestível estudados não foram suficientes para maximizar a produção.

Palavras-chave: aves, *Coturnix coturnix* japonica, desempenho, qualidade de ovos, valorização

Introdução

Normalmente as composições das fontes proteicas utilizadas em rações de aves, possuem perfis de aminoácidos que não atendem as necessidades nutricionais dos animais. Sendo, necessária a inclusão de aminoácidos industriais para tornar a ração balanceada em aminoácidos, sem deficiência ou sobras, de forma que atenda o requerimento dos aminoácidos para manutenção e produção, com reduzida excreção de nitrogênio e o uso dessas moléculas como fonte de energia (Emmert & Baker, 1997).

A melhor relação de aminoácidos utilizada na ração é estimada com base no aminoácido lisina, sendo esse também considerado segundo aminoácido limitante em rações para aves. O interesse por estudos com esse aminoácido na alimentação, justifica-se principalmente pelo fato de que a lisina tem baixo custo de suplementação e pode afetar de forma positiva o desempenho das codornas em postura (Costa et al., 2008).

Além do desempenho da produção de ovos, a suplementação de lisina tem efeito sobre a sua composição (Prochaska et al., 1996; Pinto et al., 2003; Moura et al., 2009) e, dependendo do mercado consumidor, esse efeito pode ser explorado comercialmente (Rizzo, 2004). Kidd et al. (1997) estudaram a interação de lisina e treonina para frango de corte sobre o desempenho produtivo, sendo que para se obter o rendimento de carne ideal os níveis de lisina e metionina digestível tinha que ser aumentados. Com isso esses autores conferiram que o aumento da lisina dietética sem considerar a treonina pode limitar a produção. Desta forma, mesmo que mantido o padrão de proteína ideal, a produtividade do animal, pode ficar limitada à quantidade de aminoácidos ingeridos e absorvidos pelo animal.

Objetivou-se com este trabalho, determinar o nível nutricional de lisina digestível sem e com a valorização da metionina e treonina digestível para codornas japonesas em postura, no padrão de proteína ideal e em diferentes níveis de aminoácidos utilizados.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Fazenda Experimental de Rive, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo no período de janeiro a março de 2011. Foram utilizadas 504 codornas japonesas produtoras de ovos de consumo com peso inicial médio de 178,73 g.

A distribuição das aves nas unidades experimentais foi feita de maneira uniforme e de acordo com o peso corporal e a produção de ovos. Para isso, foi feito o controle de produção, durante um período de 14 dias. Posteriormente, as aves foram redistribuídas de forma que houvesse padronização dos animais e de sua produção.

Para o alojamento das aves, foram utilizadas gaiolas de arame galvanizado, com dimensões de 100 x 33 x 15 cm (comprimento x largura x altura) montadas em esquema de bateria sobrepostas, com cinco andares e três divisórias por andar.

Foram utilizados comedouros do tipo calha, em chapa galvanizada, e bebedouros do tipo nipple, sendo localizados na parte frontal e na parte anterior da gaiola, respectivamente. Os animais iniciaram a fase experimental com 54 dias de idade, e foram submetidas aos tratamentos, durante período de 84 dias, subdivididos em quatro períodos de 21 dias.

Os valores médios para temperaturas máxima e mínima diárias foram respectivamente de $31,6 \pm 3,19$ °C e $24,9 \pm 1,99$ °C, com umidade relativa média do ar de $67,55 \pm 15,2$ %, sendo registrados às 16 h de cada dia durante todo o período experimental, utilizando-se termômetro de bulbo seco e termo-higrômetro.

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), em sete tratamentos, oito repetições, sendo nove aves por unidade experimental. Tendo sete rações formuladas (tabela 1), utilizando farelo de milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos 45%, de forma a atender as necessidades nutricionais segundo Silva (2009) e Rostagno et al. (2005). As rações continham 2900 kcal EM/kg, 30,5g/kg (3,05%) de cálcio, 2,80g/kg (0,28%)

Tabela 1 – Composição das dietas experimentais utilizadas

Ingredientes (g/kg)	Ração						
	Lis 80 (8,30)	Lis 90 (9,30)	Lis 100 (10,03)	Lis 110 (11,30)	Lis 120 (12,30)	Lis 80CVal ⁵ (8,30)	Lis 90CVal ⁶ (9,30)
Milho	676,09	613,43	555,91	541,15	514,26	625,99	573,14
Farelo de Soja (45%)	201,37	254,17	296,35	304,70	323,02	244,41	288,50
FCO ¹ 45%	38,24	37,33	36,50	36,33	35,98	37,48	36,74
Glúten de Milho (60%)	----	----	7,84	11,00	15,00	----	---
Óleo de Soja	6,48	17,21	25,32	26,65	30,00	15,30	24,21
Calcário Calcítico	68,13	68,07	68,06	68,05	68,04	68,09	68,04
Sal	4,68	4,70	4,72	4,72	4,73	4,69	4,71
L-Lis HCl	1,35	1,10	1,08	2,09	2,81	0,10	0,10
DL-Met	0,89	1,21	1,44	2,00	2,50	1,15	1,60
L-Treonina	---	---	---	0,51	0,89	0,01	0,18
Cloreto de Colina	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Pre-mistura Vitaminica ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Pre-mistura Mineral ³	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Bacitracina de Zinco	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
BHT ⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Total	100	100	100	100	100	100	100
Composição Química Calculada							
EM (Kcal/kg)	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
Proteína Bruta (g/kg)	164,14	182,50	201,21	205,61	213,95	179,17	194,45
Amido (g/kg)	447,35	414,74	385,15	377,41	363,45	421,38	393,89
Fibra Bruta (g/kg)	23,08	24,84	26,20	26,43	26,99	24,53	25,99
Cálcio (g/kg)	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50
Fósforo disp. (g/kg)	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Potássio (g/kg)	5,83	6,61	7,23	7,34	7,61	6,47	7,13
Sódio (g/kg)	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
Cloro (g/kg)	3,88	3,84	3,84	4,04	4,17	3,64	3,64
Lisina dig. (g/kg)	8,30	9,30	10,3	11,30	12,30	8,30	9,30
Met + Cis dig. (g/kg)	5,64	6,32	7,00	7,67	8,36	6,20	6,95
Treonina dig. (g/kg)	5,40	6,05	6,70	7,35	8,00	5,94	6,65
Metionina dig. (g/kg)	3,30	3,81	4,29	4,91	5,52	3,72	4,33
Triptofano dig. (g/kg)	1,60	1,86	2,08	2,13	2,22	1,81	2,03
Valina dig. (g/kg)	6,81	7,60	8,41	8,60	8,96	7,45	8,11
Isoleucina dig. (g/kg)	5,98	6,82	7,66	7,85	8,23	6,66	7,37
Arginina dig. (g/kg)	9,89	11,33	12,60	12,87	13,42	11,07	12,27
Glicina + Serina (g/kg)	15,34	16,66	18,02	18,34	18,95	16,42	17,51
BE (mEq/Kg)	139,59	161,01	176,74	174,06	176,78	174,06	176,78

¹ Farinha de Carne e Ossos;

² Suplemento mineral (por kg do produto): Cu - 20 g; Fé - 96 g; I - 1.400 mg; Mn - 156 g; Se - 360 mg; Zn - 110 g.

³ Suplemento vitamínico (por kg do produto): vitamina A - 8.000.000 UI; vitamina D3 - 2.000.000 UI; vitamina K3 - 1.800 mg; vitamina B1 - 1.500 mg; vitamina B12 - 12.000 mcg; vitamina B2 - 5.000 mg; vitamina B6 - 2.800 mg; Vitamina E - 15.000 UI; niacina - 35 g, biotina - 25 mg; ácido pantotênico - 12 g; ácido fólico - 750 mg; Butil-hidróxi-tolueno - 1.000 mg;

⁴ Butil-hidróxi-tolueno;

⁵ SVal - sem valorização dos primeiros limitantes(M+C dig e Tre dig.), para os níveis de 0,830 e 0,930% de lisina digestível;

⁶ CVal - com valorização dos primeiros limitantes(M+C dig e Tre dig.), para os níveis de 0,830 e 0,930% de lisina digestível.

de fósforo disponível, e os aminoácidos lisina, metionina+cistina e treonina digestível na relação 100: 68: 65%. A proteína bruta teve seu valor liberado, na quantidade mínima e máxima, mantendo a recomendação dos aminoácidos dentro do padrão de proteína ideal.

Os tratamentos utilizados para a obtenção dos níveis de lisina no experimento seguiu a proporção de 80, 90, 100, 110 e 120% da recomendação nutricional, conforme Silva (2009), perfazendo os valores de 8,30 (0,83%); 9,30 (0,93%); 10,30 (1,03%); 11,30 (1,13%) e 12,30 (1,23%) g/kg de lisina digestível. Sendo também formuladas outras duas rações com valorização em 10% do valor recomendado, dentro da proteína ideal, para os aminoácidos M+C e Tre digestível, nos menores níveis de 80 e 90% de lisina (80% CVal e 90% CVal), totalizando sete tratamentos.

Os parâmetros zootécnicos avaliados foram consumo de ração (g/ave/dia), consumo de lisina (g/ave/dia), taxa de postura (%), peso médio dos ovos (g), massa de ovos (g de ovos/ave/dia), conversão alimentar (g de ração/g de ovo e kg de ração/dúzia de ovos), peso absoluto (g) e relativo (%) de gema, albúmen e casca.

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

O consumo diário de lisina digestível foi calculado obtendo o produto da multiplicação dos valores de consumo de ração pelos teores de lisina digestível das respectivas dietas.

Os ovos foram coletados diariamente às 16 horas. A taxa de postura em cada período de 21 dias foi expressa em porcentagem, calculado pelo número de ovos produzidos por dia sobre o número de aves por dia multiplicada por 100.

Nos últimos três dias de cada período foram coletados cinco ovos por dia de cada unidade experimental para posterior pesagem, em balança de precisão de 0,001 g obtendo-se o peso médio dos ovos. Após a pesagem, foram escolhidos, aleatoriamente, cinco ovos de cada repetição para quantificação dos componentes dos ovos, sendo pesados em balança com precisão de 0,001 g. Após as pesagens dos ovos, os mesmos foram identificados e, posteriormente, quebrados. A gema de cada ovo foi pesada e registrada e a respectiva casca, lavada e seca ao ar, para posterior obtenção de seu peso. O peso do albúmen foi obtido pela diferença entre o peso do ovo e o peso da gema mais o peso da casca. Obtendo assim o valor do peso absoluto (g) dos constituintes do ovo bem como o valor do peso relativo (%).

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

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

Os animais receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental. O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz (natural + artificial), de forma contínua.

Os parâmetros produtivos e de constituição dos ovos foram avaliados por meio do Programa Sistema para Análises Estatísticas e Genética - SAEG, da UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (1997) através de análise de variância e modelos polinomiais. A

análise estatística foi realizada de maneira independente, sendo que foram avaliados os parâmetros sem a valorização dos aminoácidos primeiros limitantes (Met+Cis e Tre) das rações e em seguida, foram avaliados os parâmetros com as rações contendo os aminoácidos primeiros limitantes valorizados. Os parâmetros de desempenho e de qualidade de ovos, das aves alimentadas com rações contendo 100, 110 e 120% de Lisina digestível foram comuns às duas análises.

Resultados e Discussão

O consumo de ração e consumo de lisina foram afetados de forma significativa ($P < 0,05$) pelo estudo de diferentes níveis de lisina sem e com a utilização da valorização de metionina e treonina. Por outro lado, a mudança de peso dos animais durante o experimento não foi analisado (Tabela 2).

Tabela 2 – Parâmetros de consumo e mudança de peso de codornas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível sem e com valorização.

Lisina dig (unidade) % (g/kg)	Consumo de ração ¹ , g/ ave/ dia		Consumo de lisina ² mg/ ave/ dia		Mudança de peso g	
	SVal	CVal	SVal	CVal	SVal	CVal
0,83 (8,30)	20,95	22,84	173,90	189,63	-1,39	-5,78
0,93 (9,30)	22,80	23,54	212,07	218,93	-7,01	0,48
1,03 (10,30)	23,58	23,58	242,92	242,92	-0,42	-0,42
1,13 (11,30)	24,36	24,36	275,29	275,29	7,62	7,62
1,23 (12,30)	24,17	24,17	297,32	297,32	2,70	2,70
Efeito	Q	L	L	L	NA	NA
C.V. (%)	2,62	3,38	2,59	3,14	---	---

¹ Consumo de ração SVal - $Y = -15,45 + 68,14X - 29,19X^2$, $R^2 = 0,99$; Consumo de ração CVal - $Y = 20,13 + 3,47X$, $R^2 = 0,84$;

² Consumo de lisina SVal - $Y = -79,05 + 310,05X$, $R^2 = 0,99$; Consumo de lisina CVal - $Y = -35,05 + 271,72X$, $R^2 = 0,99$;

C.V. - coeficiente de variação; L - efeito linear ($P < 5\%$); Q - efeito quadrático ($P < 5\%$); NA - Não analisado.

SVal - sem valorização dos primeiros limitantes (M+C dig e Tre dig.) para os níveis de 0,830 e 0,930% de lisina digestível.

CVal - com valorização dos primeiros limitantes (M+C dig e Tre dig.), para os níveis de 0,830 e 0,930% de lisina digestível.

Ao se calcular a mudança de peso observou-se que houve maior redução do peso corporal, das codornas recebendo rações com menores níveis de lisina, podendo estar relacionado ao consumo de ração, que apresentam-se bem abaixo do normalmente apresentado pelas codornas, que é de 25 g/ave/dia (Albino & Barreto, 2003). Provavelmente este menor consumo está relacionado com o desequilíbrio aminoacídico alterando o perfil plasmático aminoacídico no animal, ativando os mecanismos reguladores do apetite (D'Mello, 2003). Essa redução pode ocasionar a mobilização de tecido corporal para manutenção e produção dos animais, resultando em alterações no peso corporal. Além disso, também verificou-se que os animais do tratamento com 0,93% de lisina valorizada obtiveram melhor valor absoluto de peso que os tratamentos abaixo da recomendação sem a valorização e o de menor valorização, sendo possível que esta valorização, tenha proporcionado melhor relação aminoacídica.

Os valores obtidos no estudo sem a valorização apresentaram comportamento quadrático para o consumo de ração, tendo como ponto de máximo ($P < 0,05$) consumo 24,31 g no nível de 1,17%, equivalendo a um consumo de 283,70 mg de lisina digestível/ave/dia. No entanto, foi verificado ($P < 0,05$) efeito linear quando utilizado a valorização da metionina e treonina digestível, mostrando que a valorização não foi capaz de maximizar o consumo de ração. Pinto et al. (2003), ao avaliarem diferentes níveis de lisina digestível da dieta (0,80 a 1,30%), também observaram aumento do consumo de ração para codornas na fase de postura. Contudo, Costa et al. (2008) observaram redução linear do consumo de ração, com aumento da lisina digestível na dieta (0,88 a 1,20%). Por outro lado, Oliveira et al. (1999), Ribeiro et al. (2003), Garcia et al. (2005) não observaram alteração do consumo de ração, com diferentes níveis de lisina na dieta de codornas.

Ao estimar o consumo de lisina por ave por dia, foi observado efeito ($P < 0,05$) linear crescente para o estudo sem a valorização e com valorização, com isso foram observados os

valores entre 173,9 e 297,32 mg de lisina/kg de ração/dia e 189,63 e 297,32 mg de lisina/kg de ração/dia, respectivamente. Desta forma, os resultados do presente estudo esta de acordo com os resultados observados por Pinto et al. (2003) e Costa et al. (2008), que encontraram variação entre 177 a 304 mg e 253 a 320 mg, respectivamente. Esse efeito linear pode ser justificado provavelmente pelo aumento dos níveis de lisina digestível da dieta o que pode ter sido reflexo no aumento do consumo de ração.

Os valores para taxa de postura, peso médio dos ovos, massa de ovo são apresentados na tabela 3. Para a taxa de postura, à medida que houve aumento dos níveis de lisina sem valorização e com valorização na ração observou-se ($P<0,05$) aumento linear, mostrando que os níveis estudados não foram suficientes para maximizar a produção de ovos.

Tabela 3 – Parâmetros produção de ovos de codornas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível sem e com valorização.

Lisina dig % (g/kg)	Taxa de postura, % ¹		Peso médio dos ovos, g ²		Massa de ovos, g/ ave/ dia ³	
	SVal	CVal	SVal	CVal	SVal	CVal
0,83 (8,30)	80,78	85,84	10,15	10,87	8,20	9,28
0,93 (9,30)	85,74	89,47	11,11	11,61	9,52	10,29
1,03 (10,30)	89,22	89,22	11,38	11,38	10,15	10,15
1,13 (11,30)	92,33	92,33	11,80	11,80	10,89	10,89
1,23 (12,30)	93,30	93,30	12,01	12,00	11,19	11,19
Efeito	L	L	Q	L	Q	L
C.V. (%)	4,87	3,87	3,34	2,99	4,65	4,90

¹ Taxa de postura SVal - $Y = 55,70 + 31,62X$, $R^2 = 0,95$; Taxa de postura CVal - $Y = 71,72 + 17,77X$, $R^2 = 0,92$

² Peso médio dos ovos SVal - $Y = -3,32 + 24,37X - 9,70X^2$, $R^2 = 0,98$; Peso médio dos ovos CVal - $Y = 9,00 + 2,46X$, $R^2 = 0,80$

³ Massa de ovo SVal - $Y = -11,92 + 46,46X - 23,18X^2$, $R^2 = 0,99$ Massa de ovo CVal - $Y = 5,78 + 4,45X$, $R^2 = 0,90$

C.V. – coeficiente de variação; L – efeito linear ($P<5\%$); Q – efeito quadrático ($P<5\%$);

SVal – sem valorização dos primeiros limitantes (M+C dig e Tre dig.); para os níveis de 0,830 e 0,930% de lisina digestível.

CVal – com valorização dos primeiros limitantes (M+C dig e Tre dig.), para os níveis de 0,830 e 0,930% de lisina digestível.

Entretanto, Oliveira et al. (1999) trabalharam com níveis crescentes de lisina (0,65 a 1,45%) e dois níveis de PB na ração (ração testemunha de 19% e 14,1%) e observaram efeito quadrático ($P<0,05$) dos níveis de lisina sobre a taxa de postura em codornas, estimando

níveis de 1,07% de lisina digestível para 14,1% de PB. De maneira semelhante, Ribeiro et al. (2003) determinaram o nível 1,07% de lisina total com 20% PB e 1,15% de lisina total com 23% de PB, enquanto Pinto et al. (2003) estimaram o nível de 1,045% de lisina digestível com 19,55% de PB e Costa et al. (2008) o nível de 1,03% lisina com 19,9% de PB.

Ao avaliar o peso médio dos ovos, foi encontrado efeito ($P<0,05$) quadrático com nível estimado em 1,26% de lisina digestível para os níveis sem a valorização da metionina e treonina nos menores níveis, demonstrando que o nível de lisina digestível utilizado foi suficiente para promover peso máximo dos ovos (11,98g).

Os resultados obtidos, no presente estudo sem valorização, corroboram com os resultados verificados por Oliveira et al. (1999), Moura et al. (2009) que em seus estudos com lisina para codornas em postura, efeito quadrático estimaram os seguintes níveis, respectivamente, 1,08%, 1,06% para a melhor obtenção de peso de ovo, correspondendo ao máximo peso de ovo, respectivamente, 9,18g; 10,92g por ovo.

Quando utilizado a valorização dos aminoácidos na ração houve efeito linear sobre o parâmetro peso de ovo ($P<0,05$). Pinto et al. (2003) também encontraram efeito linear sobre o peso do ovo com aumento da lisina na ração e explicaram que o nível de lisina digestível utilizado não foi suficiente para promover peso máximo dos ovos.

Discordando dos resultados de peso de ovo, Ribeiro et al. (2003), Garcia et al. (2005) e Costa et al. (2008) verificaram que não houve efeito dos níveis de lisina das dietas em relação ao peso de ovo das codornas japonesas.

A massa de ovo, que é a quantidade em gramas de ovos produzidos por ave dia, foi afetada ($P<0,05$) de maneira quadrática, pelos níveis de lisina sem valorização na ração, com ponto de máxima de 11,25 g/ave/dia num nível estimado de 1,30% de ração. Com o uso da valorização dos primeiros limitantes houve efeito linear crescente ($P<0,05$) na massa de ovos das codornas, sendo observado que com a utilização de 0,93% de lisina digestível o valor

absoluto dos dados foi maior que quando utilizado o nível da recomendação, podendo assim a valorização ter aumentado de certa forma os valores para esse parâmetro.

Os resultados que responderam segundo a função quadrática (sem valorização) para massa de ovo concordam com os resultados de Pinto et al. (2003) no qual o nível de lisina digestível que maximizou a massa de ovos foi de 1,117%. Garcia et al. (2005) obtiveram melhor massa de ovos ao nível de 1,10% de lisina total. Entretanto, Ribeiro et al. (2003) testando dois níveis de proteína bruta com cinco níveis de lisina não encontraram efeito significativo.

A conversão alimentar por massa de ovo (g de ração/g de ovos) demonstrou comportamento ($P < 0,05$) linear decrescente sem a utilização da valorização e com a valorização, à medida que os níveis de lisina digestível foram aumentados, sendo possível encontrar melhorias na conversão alimentar com nível igual ou superior que 1,23% (tabela 4).

Tabela 4 – Parâmetros de conversão alimentar de codornas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível sem e com a valorização.

Lisina dig % (g/kg)	Conversão alimentar, g/ g ¹		Conversão alimentar, kg/ dúzia	
	SVal	CVal	SVal	CVal
0,83 (8,30)	2,56	2,45	0,313	0,319
0,93 (9,30)	2,40	2,30	0,319	0,315
1,03 (10,30)	2,33	2,33	0,318	0,318
1,13 (11,30)	2,24	2,24	0,316	0,317
1,23 (12,30)	2,16	2,15	0,311	0,311
Efeito	L	L	NS	NS
C.V.(%)	4,46	3,28	5,34	4,08

¹ Conversão alimentar SVal - $Y = 3,34 - 0,971X$, $R^2 = 0,93$; Conversão alimentar CVal - $Y = 2,96 - 0,65X$, $R^2 = 0,88$;

C.V. – coeficiente de variação; L – efeito linear ($P < 5\%$); NS – Não significativo;

SVal – sem valorização dos primeiros limitantes (M+C dig e Tre dig.), para os níveis de 0,830 e 0,930% de lisina digestível;

CVal – com valorização dos primeiros limitantes (M+C dig e Tre dig.), para os níveis de 0,830 e 0,930% de lisina digestível.

Porém, Ribeiro et al. (2003), Costa et al. (2008) e Moura et al. (2009) não verificaram efeito sobre os níveis de lisina da dieta na conversão alimentar (g/g). Quando analisada a conversão alimentar em kg de ração/dúzia de ovos, observou-se que não houve influência dos

níveis de lisina digestível estudados ($P>0,05$). Podendo assim, destacar se possível, valores entre 0,83 e 1,23% de lisina digestível com ou sem a valorização para esta característica. Do mesmo modo, Oliveira et al. (1999), Ribeiro et al. (2003), Costa et al. (2008) e Moura et al. (2009) também não encontraram efeito dos níveis de lisina digestível sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos de codornas japonesas.

Os valores médios observados para características de ovos, em termos de peso absoluto (g) podem ser observados na tabela 5.

Tabela 5: Características de ovos de codornas, em peso absoluto (g), alimentadas com ração contendo diferentes níveis de lisina digestível sem e com a valorização.

Lisina dig % (g/kg)	Albúmen, g		Gema, g		Casca, g	
	SVal	CVal	SVal	CVal	SVal	CVal
0,83 (8,30)	6,08	6,34	3,50	3,81	0,92	0,95
0,93 (9,30)	6,69	6,96	3,80	3,91	0,99	0,97
1,03 (10,30)	6,62	6,62	3,94	3,94	1,00	1,00
1,13 (11,30)	7,08	7,08	4,04	4,04	1,00	0,99
1,23 (12,30)	7,24	7,24	4,03	4,03	1,02	1,02
Efeito	L	L	Q	L	Q	L
C.V. (%)	5,05	4,57	5,36	4,85	4,05	5,22

Albúmen SVal - $Y = 3,95 + 2,71X$, $R^2 = 0,90$; Albúmen CVal - $Y = 4,87 + 1,92X$, $R^2 = 0,70$;

Gema SVal - $Y = -2,40 + 11,05X - 4,74X^2$, $R^2 = 0,99$; Gema CVal - $Y = 3,37 + 0,56X$, $R = 0,92$;

Casca SVal - $Y = -0,03 + 1,81X - 0,79X^2$, $R^2 = 0,85$; Casca CVal - $Y = 0,83 + 0,15X$, $R^2 = 0,90$

C.V. - coeficiente de variação; L - efeito linear ($P < 5\%$); Q - efeito quadrático ($P < 5\%$);

SVal - sem valorização dos primeiros limitantes (M+C dig e Tre dig.);

CVal - com valorização dos primeiros limitantes (M+C dig e Tre dig.), para os níveis de 0,830 e 0,930 de lisina digestível.

Nota-se que os níveis crescentes de lisina na dieta influenciaram ($P < 0,05$) de modo linear os valores para o peso absoluto de albúmen sem e com valorização. Pode-se ainda verificar ($P < 0,05$) aumento do peso absoluto de gema até o nível de 1,17% de lisina digestível sem a valorização, com a maximização em 4,04 g. Por outro lado, é observado efeito linear ($P < 0,05$) crescente para o peso absoluto de gema utilizando a valorização.

O peso absoluto de casca alcançou ($P<0,05$) peso máximo (1,01 g) ao nível de 1,15% de lisina digestível sem valorização. Além disso, ao valorizar os aminoácidos primeiros limitantes, foi observado aumento do peso de casca ($P<0,05$), com aumento dos níveis de lisina digestível.

Moura et al. (2009) estimaram em 1,08% e 1,11% de lisina para maximização do peso da gema e da casca respectivamente. Esses autores relataram que os efeitos sobre a gema podem estar relacionados à deficiência ou ao excesso de lisina afetando a excreção de nitrogênio e desta forma, reduzindo a disponibilidade de outros aminoácidos essenciais, como a arginina, para a síntese de gema. Quando verificam os efeitos sobre a casca, observaram que o aumento do peso da casca em resposta aos níveis de lisina, acompanhou o aumento no peso do ovo, diminuindo a porcentagem dessa fração do ovo. Assim, mesmo possuindo cascas mais pesadas, os ovos maiores apresentaram menor porcentagem de casca em relação aos ovos menores, o que implica em cascas mais finas, podendo ser facilmente quebradas.

Os valores médios observados para características de ovos, em termos de peso relativo (%) podem ser observados na tabela 6, onde foi possível verificar efeitos não significativos

Tabela 6: Características de ovos de codornas, em peso relativo (%), alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível sem e com a valorização.

Lisina dig % (g/kg)	Albúmen, %		Gema, %		Casca, %	
	SVal	CVal	SVal	CVal	SVal	CVal
0,83 (8,30)	57,89	57,01	33,35	34,22	8,76	8,76
0,93 (9,30)	58,24	58,73	33,12	33,06	8,63	8,21
1,03 (10,30)	57,22	57,22	34,15	34,15	8,63	8,63
1,13 (11,30)	58,46	58,47	33,32	33,32	8,21	8,21
1,23 (12,30)	58,96	58,96	32,78	32,78	8,26	8,26
Efeito	NS	L	NS	NS	L	NS
C.V. (%)	2,84	7,79	4,71	2,65	3,77	4,26

Albúmen CVal - $Y=54,34+3,63X$; $R^2=0,41$; Casca SVal - $Y=9,96-1,42X$, $R^2=0,82$;

C.V. - coeficiente de variação; L - efeito linear ($P<5\%$); NS - Não significativo.

SVal - sem valorização dos primeiros limitantes (M+C dig e Tre dig.);

CVal - com valorização dos primeiros limitantes (M+C dig e Tre dig.), para os níveis de 0,830 e 0,930 de lisina digestível.

para as variáveis peso relativo (%) de gema (sem e com valorização) e albúmen (sem valorização). Resultados esses que confirmam os observados por Costa et al. (2008), Oliveira et al. (1999) e Ribeiro et al. (2003) que não encontraram efeito dos níveis de lisina sobre as características de qualidade dos ovos.

Entretanto, os valores percentuais de casca (sem valorização) decresceram de acordo com o aumento nos níveis de lisina, inversamente proporcional aos valores do peso de albúmen (com valorização) que aumentaram com o acréscimo de lisina. Esse efeito foi semelhante aos obtidos por Pinto et al. (2003) que também verificaram redução linear na porcentagem de casca com níveis crescentes de lisina digestível na dieta.

Dessa forma, pode-se dizer que os níveis de lisina crescentes na dieta sem a valorização influenciaram o peso do ovo por ter aumentado os valores de albúmen e diminuíram a porcentagem de casca, quando ocorreu a valorização de aminoácidos nos níveis de lisina não houve efeito significativo ($P>0,05$) para a porcentagem de casca.

Portanto, diante dos resultados obtidos em todos os parâmetros avaliados neste estudo, a utilização da valorização em 10% dos aminoácidos metionina e treonina no nível de 0,93% de lisina digestível, segundo conceito de proteína ideal, obtiveram valores absolutos iguais ou superiores aos valores absolutos observados nos níveis de 1,03%. Visto que Kidd et al. (1997) ao aumentaram os níveis da lisina dietética sem considerar a treonina limitaram a produção de peito de frango, porém no presente estudo houve um aumento na suplementação da metionina e da treonina e não a lisina nos menores níveis, podendo ter causado melhor relação aminoacídica para produção de ovos de codorna, não sendo necessário que o animal utilize suas reservas de proteína corporal.

Foi verificado que quando valorizado os aminoácidos primeiros limitantes, existe uma necessidade maior de lisina digestível, fato este representado pelos efeitos observados dentro dos diversos parâmetros avaliados. Desta forma o conceito de proteína ideal, em níveis baixos

de aminoácidos, pode estar limitado à quantidade de aminoácidos primeiro limitantes presente na ração.

Conclusões

Conclui-se que codornas produtoras de ovos de consumo necessitam de 1,30% ou 13,0g/kg de lisina digestível (sem valorização da metionina e treonina), que corresponde ao consumo de 309,41 mg de Lis dig/ ave/ dia para potencializar a produção e que quando houve valorização dos primeiros limitantes, os níveis de lisina digestível estudados não foram suficientes para maximizar a produção.

Referências

- ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003.171p.
- COSTA, F.G.P.; RODRIGUES, V.P.; GOULART, C.C. et al. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p. 2136– 2140, 2008.
- D'MELLO, J.P.F. Amino acid imbalances, antagonism and toxicities. In_____: **Amino acids in animal nutrition**, 2. ed. Wallingford: CAB International, 2003. cap. 7, p.125-142.
- EMMERT, J.L.E.; BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **Journal Applied Poultry Research**, v.6, n.4. p.462-470, 1997.
- GARCIA, E.A.; MENDES, A.A.; PIZZOLANTE, C.C. et al. Protein, methionine+cystine and lysine levels for japanese quails during the production phase. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.7, n.1, p.11–18, 2005.
- KIDD, M.T.,; KERR, B.J.; ANTHONY, N.B. Dietary interaction between lysine and threonine in broilers. **Poultry Science**, v.76, n.4, p.608-14, 1997.
- MOURA, A. M. A.; NOBRE SOARES R.T. R.; FONSECA J. B. et al. Efecto de diferentes niveles dietéticos de lisina total sobre la calidad del huevo de codornices japonesas (*Coturnix japonica*) **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.17, n.3 p.67-75, 2009.
- OLIVEIRA, A.M.; FURLAN, A.C.; MURAKAMI, A.E. et al. Exigência nutricional de lisina para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.1050-1053, 1999.
- PINTO R., FERREIRA S.A., DONZELE L. J et al. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1182 – 1189, 2003.
- PROCHASKA, J.F.; CAREY, J.B.; SHAFER, D.J. The effect of L-lysine intake on egg component yield and composition in laying hens. **Poultry Science**, v.75, n.10, p.1268-1277, 1996.
- RIBEIRO, M.L.G.; SILVA, J.H.V.; DANTAS, M.O. et al. Exigências nutricionais de lisina para codornas durante a fase de postura, em função do nível de proteína da ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.156-161, 2003.
- RIZZO, M.F.; FARIA, D.E.; SILVA, F.H.A. et al. Avaliação das propriedades funcionais de ovos produzidos por poedeiras alimentadas com diferentes níveis de lisina e metionina. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Santos. **Trabalhos de Pesquisa...** Santos: FACTA, 2004. p.26.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: tabelas brasileiras. Viçosa, MG: **Universidade Federal de Viçosa**, 2005. 186p.

SILVA, J.H.V. Tabelas para codornas Japonesas e Européias. 2^a edição, Jaboticabal SP: **FUNEP**, 2009, 107 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema para Análise Estatística e Genética – SAEG**. Versão 5.0. Viçosa. MG: Fundação Arthur Bernardes, 1997.

CAPÍTULO 2

Níveis de metionina+cistina digestível com base no conceito de proteína ideal para codornas em postura

Artigo confeccionado conforme as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

(Submetido em português para posterior tradução não sendo necessário o abstract)

Níveis de metionina+cistina digestível com base no conceito de proteína ideal para codornas em postura

Resumo: Com este estudo objetivou-se estimar os níveis nutricionais de metionina mais cistina (M+C) dig. sem e com a valorização (SVal e CVal) dos primeiros aminoácidos limitantes, com base no conceito de proteína ideal para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. Foram utilizadas 504 codornas japonesas com peso corporal médio de 178,73g, no período de 45 a 129 dias de idade, distribuídas em delineamento experimental inteiramente ao acaso, em sete níveis de M+C dig. 0,56; 0,63; 0,70; 0,77; 0,84%; 0,56%+CVal e 0,63%+CVal), oito repetições com nove aves por unidade experimental. Os níveis de 0,56+CVal e 0,63+CVal de M+C dig., diferenciam dos outros dois menores níveis, pois foram valorizados em 10% nos aminoácidos lisina e treonina digestível quando comparados à proteína ideal. O período experimental teve duração de 84 dias, subdivididas em quatro períodos de 21 dias. Foram avaliadas características de desempenho e qualidade dos ovos. Pode-se concluir que codornas japonesas em postura necessitam, para maximizar características de desempenho e de qualidade de ovo, de 0,84% M+C digestível na ração, correspondendo a um consumo diário de 202,96 mg de metionina + cistina digestível. Utilizando a valorização dos primeiros limitantes este valor é de 0,82% de M+C dig. da ração com consumo diário de 197 mg de metionina+cistina.

Palavras-chave: aves, aminoácidos sintéticos, desempenho, características de ovos, valorização

Introdução

O aumento da população mundial e a grande necessidade de alimento têm contribuído para os avanços das pesquisas na área de produção animal, justamente pelo fato da elevada exigência do consumo de proteínas de origem animal. Assim, cada vez mais a coturnicultura tem aumentado sua eficiência de produção, por serem aves de pequeno porte, de pouca necessidade de espaço para crescimento e produção, com alta precocidade e produtividade (Albino & Barreto, 2003).

As rações utilizadas nas criações de codornas eram formuladas com base nas exigências nutricionais de poedeiras (Silva et al., 2011), e muitas vezes não adequadas à diversidade das condições climáticas brasileiras. A criação de tabelas (NRC, 1994; Silva, 2009; Rostagno et al. 2011) com recomendações direcionadas às exigências nutricionais dessas aves, com base no conceito de proteína ideal, é recente e isso faz com que os dados apresentados atendam as necessidades nutricionais das aves, uma vez que os avanços da genética e o manejo das aves estão em grande ascendência, adequando os valores para as formulações de rações.

Em rações para codornas, é comum a utilização de milho e farelo de soja, como fonte energética e proteica mesmo apresentando níveis abaixo dos considerados adequados de aminoácidos essenciais, tais como metionina, lisina e treonina, que são respectivamente os primeiro, segundo e terceiro aminoácidos limitantes na alimentação de aves. Assim, para melhor relação aminoacídica é feita a redução da proteína bruta com subsequente adição de aminoácidos industriais prontamente digestíveis nas rações para aves. Desta forma, ocorre redução da excreção de nitrogênio, fazendo com que haja melhoria das condições ambientais de criação.

Os estudos relacionados a este aminoácido essencial (M+C) têm sido constantes, visando aferir as necessidades das codornas (Belo et al., 2000; Pinto et al., 2003; Garcia et al., 2005; Reis et al., 2011 e Scottá et al., 2011). Conforme Kidd et al. (1997) nem todos os aminoácidos podem ser fornecidos para aumentar a produção, mas uma elevação no nível de lisina pode otimizar a deposição protéica. No entanto deve-se considerar que com aumento desse aminoácido, sem considerar os demais aminoácidos, pode haver limitações à produção do animal.

Objetivou-se com este experimento estimar o nível de metionina + cistina digestível sem e com valorização da lisina e treonina, com base no conceito de proteína ideal, para codornas japonesas em postura.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Fazenda Experimental de Rive, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo no período de janeiro a março de 2011. Foram utilizadas 504 codornas japonesas produtoras de ovos de consumo com peso inicial médio de 178,73 g.

A distribuição das aves nas unidades experimentais foi feita de maneira uniforme e de acordo com o peso corporal e a produção de ovos. Para isso, foi feito o controle de produção, durante um período de 14 dias. Posteriormente, as aves foram redistribuídas de forma que houvesse padronização dos animais e de sua produção.

Para o alojamento das aves, foram utilizadas gaiolas de arame galvanizado, com dimensões de 100 x 33 x 15 cm (comprimento x largura x altura) montadas em esquema de bateria sobrepostas, com cinco andares e três divisórias por andar.

Foram utilizados comedouros do tipo calha, em chapa galvanizada, e bebedouros do tipo nipple, sendo localizados na parte frontal e na parte anterior da gaiola,

respectivamente. Os animais iniciaram a fase experimental com 54 dias de idade, e foram submetidas aos tratamentos, durante período de 84 dias, subdivididos em quatro períodos de 21 dias.

Os valores médios para temperaturas máxima e mínima diárias foram respectivamente de $31,6 \pm 3,19$ °C e $24,9 \pm 1,99$ °C, com umidade relativa média do ar de $67,55 \pm 15,2$ %, sendo registrados uma vez por dia durante todo o período experimental, utilizando-se termômetro de bulbo seco e termo-higrômetro.

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), em sete tratamentos, oito repetições, sendo nove aves por unidade experimental. Foram formuladas sete rações a base de milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos 45%, de forma a atender as necessidades nutricionais conforme Rostagno et al. (2005) e Silva (2009), contendo 2900 kcal EM/kg de ração, 3,05% de cálcio e 0,28% de fósforo disponível, e os aminoácidos Lisina, Metionina + Cistina (M+C) e Treonina dig. na relação 100: 68: 65%. A proteína bruta teve seu valor liberado, na quantidade mínima e máxima, mantendo a recomendação dos aminoácidos dentro do padrão de proteína ideal.

Os tratamentos utilizados para a obtenção dos níveis de M+C digestível seguiu a proporção de 80, 90, 100, 110 e 120% da recomendação nutricional segundo Silva (2009), perfazendo os valores de 0,56; 0,63; 0,70; 0,77; 0,84% de M+C digestível. Sendo que nas outras duas rações com níveis de 80 e 90% de M+C (80% CVal e 90% CVal) foram valorizados em 10% do valor recomendado, dentro da proteína ideal, para o nível de lisina e treonina digestível, totalizando sete tratamentos. Os valores nutricionais dos aminoácidos para cada tratamento utilizado encontram-se em destaque na tabela 1.

Tabela 1 – Composição das dietas experimentais utilizadas

Ingredientes (g/kg)	Dieta						
	M+C 80 (5,60)	M+C 90 (6,30)	M+C 100 (7,00)	M+C 110 (7,70)	M+C 120 (8,40)	M+C 80CVAL ⁵ (5,60)	M+C 90CVAL ⁶ (6,30)
Milho	679,94	615,36	555,91	541,93	538,44	629,36	558,10
Farelo de Soja (45%)	198,13	252,55	296,36	303,16	304,33	241,09	301,19
FCO 45% ¹	38,29	37,36	36,50	36,35	36,37	37,55	36,52
Glúten de Milho (60%)	---	---	7,84	12,00	11,60	---	---
Óleo de Soja	5,81	16,88	25,32	26,26	26,28	14,70	26,94
Calcário Calcítico	68,13	68,08	68,06	68,05	68,04	68,09	68,03
Sal	4,68	4,70	4,72	4,72	4,72	4,70	4,72
L-Lis HCl	1,37	1,11	1,08	2,17	3,46	1,17	0,88
DL-Met	0,88	1,20	1,44	2,03	2,75	0,57	0,85
L-Treonina	---	---	---	0,54	1,23	---	---
Cloreto de Colina	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Premistura Vitamínico ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Premistura Mineral ³	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Bacitracina de Zinco	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
BHT ⁴	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Composição Química Calculada							
EM (Kcal/kg)	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
Proteína Bruta (g/kg)	163,01	181,92	201,21	205,59	205,60	177,97	198,86
Amido (g/kg)	449,35	415,74	385,15	377,86	375,76	423,07	385,99
Fibra Bruta (g/kg)	22,97	24,79	26,20	26,37	26,37	24,41	26,42
Fósforo disp.(g/kg)	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Cálcio (g/kg)	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50
Potássio (g/kg)	5,78	6,59	7,23	7,32	7,33	6,42	7,32
Sódio (g/kg)	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
Cloro(g/kg)	3,89	3,84	3,84	4,05	4,30	3,85	3,80
Lisina dig.(g/kg)	8,24	9,27	10,30	11,33	12,36	9,06	10,20
Met + Cis dig.(g/kg)	5,60	6,30	7,00	7,70	8,40	5,60	6,30
Treonina dig.(g/kg)	5,36	6,03	6,70	7,37	8,04	5,89	6,63
Metionina dig.(g/kg)	3,27	3,80	4,29	4,94	5,65	3,13	3,64
Triptofano dig. (g/kg)	1,59	1,85	2,08	2,12	2,12	1,79	2,09
Valina dig. (g/kg)	6,76	7,57	8,41	8,60	8,60	7,40	8,30
Isoleucina dig.(g/kg)	5,92	6,79	7,66	7,85	7,86	6,61	7,57
Arginina dig.(g/kg)	9,80	11,29	12,60	12,84	12,86	10,98	12,61
Glicina+Serina (g/kg)	15,26	16,61	18,021	18,35	18,34	16,33	17,83
BE (mEq/Kg)	138,26	160,35	180,21	183,47	183,45	155,68	180,06

¹ Farinha de Carne e Ossos² Suplemento mineral (por kg do produto): Cu - 20 g; Fê - 96 g; I - 1.400 mg; Mn - 156 g; Se - 360 mg; Zn - 110 g.³ Suplemento vitamínico (por kg do produto): vitamina A - 8.000.000 UI; vitamina D3 - 2.000.000 UI; vitamina K3 - 1.800 mg; vitamina B1 - 1.500 mg; vitamina B12 - 12.000 mcg; vitamina B2 - 5.000 mg; vitamina B6 - 2.800 mg; Vitamina E - 15.000 UI; niacina - 35 g, biotina - 25 mg; ácido pantotênico - 12 g; ácido fólico - 750 mg; Butil-hidróxi-tolueno - 1.000 mg.⁴ Butil-hidróxi-tolueno⁵ SVal - Sem Valorização dos primeiros limitantes(Lis dig e Tre dig.);⁶ CVal - Com Valorização dos primeiros limitantes(Lis dig e Tre dig.), para os níveis de 0,56 e 0,63% de M+C digestível.

Os parâmetros zootécnicos avaliados foram consumo de ração (g/ave/dia), consumo de lisina (g/ave/dia), taxa de postura (%), peso médio dos ovos (g), massa de ovos (g de ovos/ave/dia), conversão alimentar (g de ração/g de ovo e kg de ração/dúzia de ovos), peso absoluto (g) e relativo (%) de gema, albúmen e casca.

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

O consumo diário de lisina digestível foi calculado obtendo o produto da multiplicação dos valores de consumo de ração pelos teores de lisina digestível das respectivas dietas.

Os ovos foram coletados diariamente às 16 horas. A taxa de postura em cada período de 21 dias foi expressa em porcentagem, calculado pelo número de ovos produzidos por dia sobre o número de aves por dia multiplicada por 100.

Nos últimos três dias de cada período foram coletados cinco ovos por dia de cada unidade experimental para posterior pesagem, em balança de precisão de 0,001 g obtendo-se o peso médio dos ovos. Após a pesagem, foram escolhidos, aleatoriamente, cinco ovos de cada repetição para quantificação dos componentes dos ovos, sendo pesados em balança com precisão de 0,001 g. Após as pesagens dos ovos, os mesmos foram identificados e, posteriormente, quebrados. A gema de cada ovo foi pesada e registrada e a respectiva casca, lavada e seca ao ar, para posterior obtenção de seu peso. O peso do albúmen foi obtido pela diferença entre o peso do ovo e o peso da gema mais

o peso da casca. Obtendo assim o valor do peso absoluto (g) dos constituintes do ovo bem como o valor do peso relativo (%).

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

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

Os animais receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental. O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz (natural + artificial), de forma contínua.

Os parâmetros produtivos e de constituição dos ovos foram avaliados por meio do Programa Sistema para Análises Estatísticas e Genética - SAEG, da UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (1997) através de análise de variância e modelos polinomiais. A análise estatística foi realizada de maneira independente, sendo que foram avaliados os parâmetros sem a valorização dos aminoácidos primeiros limitantes (Lis e Tre) das rações e em seguida, foram avaliados os parâmetros com as rações contendo os aminoácidos primeiros limitantes valorizados. Os parâmetros de desempenho e de qualidade de ovos, das aves alimentadas com rações contendo 100, 110 e 120% de Lisina digestível foram comuns às duas análises.

Resultados e discussões

Os níveis de metionina + cistina digestível sem valorização dos aminoácidos primeiros limitantes influenciaram ($P<0,05$) de forma quadrática o consumo de ração, tendo ponto máximo de consumo 24,05g no nível de 0,79%, equivalente ao consumo de 190,23 mg de M+C digestível. Utilizando níveis com valorização dos primeiros limitantes ($P<0,05$), obteve-se efeito quadrático ($P<0,05$) sobre o consumo de ração (Tabela 2) com ponto de máxima de 24,03 g, ao nível estimado de 0,78%, correspondendo ao consumo diário de 186 mg de M+C dig.

Tabela 2 – Parâmetros de consumo e mudança de peso de codornas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina+cistina digestível sem e com valorização dos primeiros limitantes.

M+C dig. % (g/kg)	Consumo de Ração g/ ave/ dia		Consumo de M+C mg/ ave/ dia		Mudança de peso G	
	SVal	CVal	SVal	CVal	SVal	CVal
0,56 (5,60)	21,25	22,18	119,02	124,20	-1,39	-5,78
0,63 (6,30)	22,87	23,61	144,11	148,75	-7,01	0,48
0,70 (7,00)	23,58	23,58	165,09	165,09	-0,42	-0,42
0,77 (7,70)	23,93	23,93	184,26	184,26	7,62	7,62
0,84 (8,40)	23,98	23,98	201,47	201,47	2,70	2,70
Efeito	Q	Q	L	L	NA	NA
CV	2,84	3,02	2,82	2,97	-	-

¹ Consumo de ração, SVal - $Y = -7,87 + 80,67X - 50,97X^2$, $R^2=0,99$; Consumo de ração, CVal - $Y = 2,83 + 54,29X - 34,77X^2$, $R^2=0,90$;

² Consumo de M+C, SVal - $Y = -42,23 + 292,93X$, $R^2 = 0,99$; Consumo de M+C, CVal - $Y = -25,30 + 271,51X$; $R=0,97$;

C.V. – Coeficiente de Variação; L – Linear ($P<5\%$); Q – Quadrático ($P<5\%$); NA – Não Analisado;

SVal – Sem Valorização dos primeiros limitantes(Lis dig e Tre dig.), para os níveis de 0,56 e 0,63% de M+C digestível.

CVal – Com Valorização dos primeiros limitantes(Lis dig e Tre dig.), para os níveis de 0,56 e 0,63% de M+C digestível.

Estes resultados para o consumo de ração podem ser resposta ao provável desequilíbrio de aminoácidos, ocorridos nos níveis abaixo e acima dos obtidos.

Desequilíbrios estes que podem provocar alteração no perfil de aminoácidos do plasma sanguíneo, fazendo com que houvesse uma regulação do apetite das aves (Bertechini, 2006).

Trabalhando com codornas em postura Belo et al. (2000), Pinto et al. (2003), Reis et al. (2011) encontraram consumo aumentado de acordo com o acréscimo do aminoácidos sulfurosos na dieta. Entretanto, Murakami et al. (1994), Stringhini et al. (1998), Costa et al. (2009), Scottá et al (2011) estudando os níveis de metionina na ração de codornas em postura não verificaram efeito sobre o consumo de ração.

Contudo, quando o consumo diário de M+C digestível foi avaliado observou-se ($P < 0,05$) efeito linear crescente sem e com valorização, sendo os valores observados entre 119,02 e 201,47 mg de metionina+cistina/kg de ração/dia. Os resultados do presente estudos são similares aos observados por Belo et al. (2000), Pinto et al. (2003) e Reis et al. (2011) que encontraram variação entre 100,47 a 168,72 mg, 118,92 a 187,59 mg e 167,57 a 239,31 mg, respectivamente. Esse efeito linear pode ser justificado pelo aumento dos níveis de metionina+cistina digestível da dieta promovendo o aumento do consumo de ração.

Observou-se que nos tratamentos com menores níveis de aminoácidos sulfurosos, houve uma maior redução do ganho de peso, exceto para o tratamento 0,63%CV. Este fato pode estar relacionado ao consumo de ração, que se apresentou abaixo do normalmente verificado pelas codornas, que é de aproximadamente 23 a 26 g/ave/dia (Albino & Barreto, 2003). Este menor consumo pode ter ocasionado desequilíbrio aminoacídico suficiente para que ocorresse alteração do perfil plasmático aminoacídico no animal, ativando os mecanismos reguladores do apetite (D'Mello, 2003). Sabe-se ainda que a deficiência ou excesso de metionina pode comprometer a

síntese proteica no animal, essa redução poderia ter feito, com que houvesse mobilização de tecido corporal para manutenção e produção do animais, resultando em alterações no peso corporal (Parr & Summers, 1991).

Observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) das relações de metionina mais cistina sem a valorização sobre a taxa de postura por ave dia (tabela3) de acordo com a equação, sendo nível de máxima produção de 0,78% com o ponto determinado de 91,07% de postura. Estes resultados confirmam com os apresentados por Murakami et al. (1994), Pinto et al. (2003) e Reis et al. (2011), que verificaram efeito quadrático dos níveis de aminoácidos sulfurosos na ração sobre a produção de ovos, sendo encontrados os níveis de 0,45%, 0,71% e 0,79% respectivamente. Entretanto, Belo et al. (2000) relataram o incremento na produção de ovos com o aumento dos níveis de metionina na ração.

Tabela 3 – Parâmetros produção de ovos de codornas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de M+C digestível sem e com valorização dos primeiros limitantes.

M+C dig % (g/kg)	Taxa de postura, %		Peso médio dos ovos, g		Massa de ovos, g/ ave/ dia	
	Sval	Cval	Sval	Cval	Sval	Cval
0,56 (5,60)	80,62	86,50	10,37	10,51	8,36	9,09
0,63 (6,30)	86,42	92,27	10,98	11,24	9,49	10,36
0,70 (7,00)	89,22	89,22	11,38	11,38	10,15	10,15
0,77 (7,70)	91,30	91,30	11,85	11,85	10,82	10,82
0,84 (8,40)	90,36	90,35	11,98	11,98	10,83	10,83
Efeito	Q	NS	L	L	Q	Q
C.V. (%)	4,44	4,35	3,06	2,87	4,94	4,11

¹ Taxa de postura, SVal - $Y = -36,17 + 324,60X - 207,01X^2$, $R^2 = 0,99$;

² Peso médio dos ovos, SVal - $Y = 7,22 + 5,84X$; $R^2 = 0,96$; Peso médio dos ovos, CVal - $Y = 7,84 + 5,07X$, $R^2 = 0,93$

³ Massa de ovo, SVal - $Y = -12,05 + 54,77X - 32,73X^2$; $R^2 = 0,99$ Massa de ovo, CVal - $Y = -5,20 + 39,22X - 24,01X^2$, $R^2 = 0,86$

C.V. – Coeficiente de Variação; NS – Não Significativo; L – Linear ($P < 5\%$); Q – Quadrático ($P < 5\%$);

SVal – Sem Valorização dos primeiros limitantes (Lis dig e Tre dig.); para os níveis de 0,56 e 0,63 % de M+C digestível

CVal – Com Valorização dos primeiros limitantes (Lis dig e Tre dig.), para os níveis de 0,56 e 0,63 % de M+C digestível.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de metionina + cistina digestível com valorização sobre a taxa de postura, porém em termos numéricos, os valores apresentados para este parâmetro foram maiores no nível de 0,63%CV de metionina + cistina digestível na dieta se comparado com os outros níveis. Com isso, podemos verificar que a valorização de lisina e treonina nesse nível estudado possibilitou uma relação de aminoácidos capaz de ter melhorado a produção de ovos de codorna. Dados sem valorização segundo Stringhini et al. (1998), Garcia et al. (2005) e Scottá et al. (2011) demonstram que não houve efeito significativo dos níveis de metionina sobre a produção de ovos.

O aumento dos níveis de metionina + cistina proporcionou acréscimo linear ($P<0,05$) no peso dos ovos de acordo com a equação obtida sem e com o uso da valorização. Murakami et al. (1994), Belo et al. (2000), Pinto et al. (2003) e Reis et al. (2011) também verificaram melhora no peso dos ovos com a inclusão de aminoácidos sulfurosos na ração.

Portanto, o aumento dos níveis de metionina + cistina digestível nas dietas avaliadas influenciaram em maior peso dos ovos, uma vez que a metionina é o aminoácido primeiro limitante em ração para aves poedeiras, iniciando a síntese de proteína e atuando na produção de ovos em termos de quantidade produzida e peso. Entretanto, Stringhini et al (1998), Garcia et al. (2005) Scottá et al. (2011) não observaram melhora no peso dos ovos com o aumento dos níveis de metionina mais cistina digestível nas rações.

A massa de ovo (g/ave/dia) foi influenciada de forma quadrática ($P<0,05$) pelos níveis de metionina + cistina digestível da dieta sem e com valorização dos primeiros limitantes tendo nível de máxima produção de massa com 10,86 e 10,81 g de

ovo/ave/dia nos níveis de 0,84% e 0,82% de metionina + cistina digestível, sem e com o uso da valorização, respectivamente. O mesmo efeito foi verificado por Pinto et al. (2003), e Reis et al. (2011) sobre esse parâmetro, sendo encontrados os níveis de 0,73% e 0,84% respectivamente. O aumento da massa de ovo nos níveis de M+C dig. estudados podem ser explicados pela disponibilidade de aminoácidos sulfurosos, que participam intrinsecamente na síntese e deposição de proteína do ovo, uma vez que as aves poedeiras apresentam pouca capacidade de armazenar aminoácidos da dieta (Belo et al., 2000).

Observou-se uma resposta quadrática ($P < 0,05$) dos níveis aminoacídicos estudados, sem valorização dos primeiros limitantes, sobre conversão alimentar por massa de ovos (tabela 4), tendo seu nível de função máxima de 0,87% com ponto determinado de 2,63.

Tabela 4 – Parâmetros de conversão alimentar de codornas alimentadas com ração contendo diferentes níveis de lisina digestível sem e com a valorização.

M+C Dig % (g/kg)	Conversão alimentar, g/ g		Conversão alimentar, kg/ dúzia	
	SVal	CVal	SVal	CVal
0,56 (5,60)	2,55	2,44	0,317	0,31
0,63 (6,30)	2,41	2,28	0,318	0,31
0,70 (7,00)	2,33	2,33	0,318	0,32
0,77 (7,70)	2,21	2,21	0,315	0,31
0,84 (8,40)	2,22	2,22	0,319	0,32
Efeito	Q	L	NS	NS
C.V.(%)	3,62	4,113	4,43	4,839

¹ Conversão alimentar, SVal - $Y = 4,95 - 6,34X + 3,66X^2$, $R^2 = 0,98$; Conversão alimentar CVal - $Y = 2,81 - 0,730X$; $R^2 = 0,74$

C.V. – Coeficiente de Variação; L – Linear ($P < 5\%$); NS – Não Significativo.

SVal – Sem Valorização dos primeiros limitantes (Lis dig e Tre dig.);

CVal – Com Valorização dos primeiros limitantes (Lis dig e Tre dig.), para os níveis de 0,56 e 0,63% de M+C digestível.

Quando utilizado a valorização dos primeiros limitantes sobre os menores níveis de M+C estudados (tabela 4) houve efeito linear ($P<0,05$) sobre a conversão alimentar (g/g). Esta melhora da conversão alimentar nos níveis mais altos de M+C dig. pode ser justificada pelo aumento do peso dos ovos nos níveis estudados, em que o aumento do consumo de ração proporcionou a melhora do índice de conversão alimentar. Porém os níveis estudados utilizando a valorização não foram suficientes para otimizar tal parâmetro como o sem valorização.

Belo et al. (2000) também observaram relação linear na diminuição da metionina com a conversão por massa de ovos. Enquanto que Reis et al. (2011) observaram efeito quadrático de relações de aminoácidos sulfurosos com lisina, na conversão alimentar por massa de ovos, e relataram que a melhor proporção estão nos níveis de 0,82% e 0,88% de metionina + cistina, respectivamente. Por outro lado, Garcia et al. (2005) não observaram efeito da suplementação de aminoácidos sulfurosos sobre este parâmetro.

Não foi observado efeito para conversão alimentar em kg de ração/dúzia de ovos nos níveis de metionina + cistina digestível estudados, resultados semelhantes a Reis et al. (2011) e Garcia et al. (2005).

Com relação aos componentes do ovo, não foi verificado efeito significativo para peso relativo de albúmen e gema ($P<0,05$) para os níveis de M+C digestível sem e com valorização (tabela 5). O mesmo resultado sobre o peso relativo de gema foi obtido por Scottá et al. (2011).

Tabela 5: Características de ovos de codornas, em peso absoluto (g), alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível sem e com a valorização.

M+C dig % (g/kg)	Albúmen, g		Gema, g		Casca, g		Albúmen, %		Gema, %		Casca, %	
	SVal	CVal	SVal	CVal	SVal	CVal	SVal	CVal	SVal	CVal	SVal	CVal
0,56(5,60)	6,18	6,31	3,47	3,57	0,87	0,92	58,70	58,41	32,97	33,04	8,33	8,55
0,63(6,30)	6,44	6,65	3,88	3,86	0,95	0,99	57,09	57,83	34,47	33,56	8,44	8,60
0,70(7,00)	6,62	6,62	3,94	3,94	1,00	1,00	57,22	57,22	34,15	34,15	8,63	8,63
0,77(7,70)	7,19	7,19	3,95	3,95	1,05	1,05	59,00	59,00	32,36	32,36	8,64	8,64
0,84(8,40)	7,28	7,29	3,97	3,97	0,97	0,97	59,61	59,61	32,47	32,47	7,92	7,92
Efeito	L	L	Q	L	Q	Q	NS	NS	NS	NS	Q	Q
C.V.(%)	5,41	4,91	7,09	7,36	5,80	5,66	3,81	3,81	6,37	6,25	4,18	5,10

Albúmen(g), SVal - $Y = 3,79 + 4,22X$, $R^2 = 0,96$; Albúmen (g), CVal - $Y = 4,31 + 3,57X$, $R^2 = 0,91$;

Gema(g), SVal - $Y = - 3,07 + 18,58X - 12,19X^2$, $R^2 = 0,92$; Gema (g), CVal - $Y = 2,97 + 1,27X$, $R^2 = 0,71$;

Casca(g), SVal - $Y = - 1,47 + 6,69X - 4,49X^2$, $R^2 = 0,89$; Casca (g), CVal - $Y = - 0,94 + 5,40X - 3,70X^2$, $R^2 = 0,79$

Casca (%), SVal - $Y = - 3,97 + 36,98X - 27,05X^2$, $R^2 = 0,81$; Casca (%), CVal - $Y = - 1,33 + 30,40X - 22,97X^2$, $R^2 = 0,85$

C.V. - Coeficiente de Variação; L - Linear ($P < 5\%$); Q - Quadrático ($P < 5\%$);

SVal - Sem Valorização dos primeiros limitantes(M+C dig e Tre dig.);

CVal - Com Valorização dos primeiros limitantes(M+C dig e Tre dig.), para os níveis de 0,830 e 0,930 de lisina digestível.

Os níveis de M+C dig. sem e com valorização influenciaram de forma linear ($P < 0,05$) o peso do albúmen (g), sendo maior no nível de 0,84% de M+C dig. Todavia, Reis et al. (2011) observaram efeito quadrático sobre os níveis estudados para esse parâmetro com máxima deposição de albúmen (g) utilizando nível de 0,86% e explicaram que este aumento do peso do albúmen ocorre em função da disponibilidade de aminoácidos sulfurosos no sangue e no fígado, uma vez que participa ativamente na formação de albumina, proteína presente no albúmen do ovo.

Para o peso da gema observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) para os níveis estudados de metionina + cistina sem valorização com máximo valor de gema (4,01g) no nível de 0,76%. Sendo este resultado inferior aos observados por Reis et al. (2011), este autor verificou valor máximo estimado de 0,87% de M+C digestível. Quando analisado os níveis com a valorização dos primeiros limitantes para este parâmetro observou-se ($P < 0,05$) efeito linear crescente. Este aumento do peso da gema pode estar

relacionado com a formação de colina a partir da metionina, somado aos fosfolipídios para formar as lipoproteínas da gema, sendo que quanto maior o consumo de metionina maior será o peso da gema (Brumano, 2010), tendo em vista que o excesso pode causar efeitos adversos.

Para o peso absoluto e peso relativo da casca sem a utilização da valorização na ração foram estimados ($P < 0,05$) os seguintes níveis de 0,74% e 0,68% de M+C digestível e pontos de máxima em 1,02g e 8,66%, respectivamente.

Sobre o peso absoluto e o peso relativo de casca com valorização foram influenciados de forma quadrática pelos níveis de M+C digestíveis das dietas com valorização, com níveis estimados de 0,73% e 0,66% tendo máxima produção de 1,03g e 8,73%, respectivamente. Da mesma forma, Pinto et al. (2003), observaram efeito quadrático dos níveis de M+C dig. com lisina sobre o peso relativo de casca em que estimaram nível de 0,70% de metionina + cistina digestível. Entretanto, Belo et al. (2000) verificaram efeito linear decrescente dos níveis de aminoácidos sulfurosos sobre a percentagem de casca. Reis et al. (2011) obtiveram efeito linear crescente e decrescente para o peso absoluto e o peso relativo da casca, respectivamente. Scottá et al. (2011) concordaram com Reis et al. (2011) que houve efeito linear crescente nos valores para peso absoluto da casca.

Foi verificado no nível de 0,84% de M+C dig. valores relativamente baixos de peso relativo de casca e do peso absoluto de casca, sendo respectivamente 7,92% e 0,97 g, comparando com os demais. A redução do peso relativo da casca pode ter acontecido porque a deposição da casca do ovo não deve ter acompanhado o aumento do peso do ovo no momento da formação (Reis et al. 2011).

Observou-se que os valores reais para nível de 0,63%CV_{al} de M+C dig em quase todos os parâmetros foram bem próximos aos obtidos no tratamento com os níveis ideais (0,70% de M+C dig., segundo Silva, 2009), exceto para taxa de postura e massa de ovos que apresentaram valores reais superiores. Possivelmente o tratamento valorizado pode ter tido uma melhor relação de aminoácidos do que o tratamento com nível ideal sendo capaz de uma maior taxa de deposição proteica no ovo.

No entanto, o nível que obteve melhor resultado dentro dos parâmetros foi o de 0,84% M+C dig. para massa de ovo sem a valorização dos primeiros limitantes já que esse parâmetro, para ser calculado depende da relação entre a taxa de postura e do peso dos ovos, sendo assim, é considerado um parâmetro muito importante na avaliação da produção de ovos.

Com isso, foram calculados os valores de necessidade do consumo de metionina + cistina com base na massa de ovos e a equação de consumo dos aminoácidos sulfurosos, sendo estimado 202,96 e 197,10 mg/dia de M + C digestível para melhor produção em massa de ovos sem e com valorização, respectivamente. A necessidade de metionina + cistina digestível diária estimada, esta abaixo do recomendado por Rostagno et al. (2011) que é de 237 mg de metionina + cistina digestível diária para codornas japonesas com 175 g de peso corporal. Entretanto, Costa et al. (2009) em experimento com codornas alimentadas com uma ração basal suplementada com DL-Metionina relataram que o nível de metionina + cistina digestível para codornas japonesas em postura é de 0,70%, correspondendo ao consumo de 186,7 mg/ave/dia, abaixo do encontrado no presente trabalho.

Conclusões

Pelos resultados obtidos, conclui-se que codornas japonesas alimentadas com rações formuladas com base no conceito de proteína ideal necessitam para maximizar a produção de 0,84% metionina + cistina digestível na dieta o que corresponde ao consumo diário de 202,96 mg de metionina+cistina. Quando houver valorização dos primeiros limitantes o melhor nível é de 0,82% de metionina + cistina digestível da ração, correspondendo ao consumo diário de 197 mg de metionina + cistina digestível.

Referências

- ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003.171p.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. Ed. UFLA, Lavras, MG, 2006, 303 p.
- BELO, M.T.S.; COTTA, J.T.B.; OLIVEIRA, A.I.G. Níveis de metionina em rações de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase inicial de postura. **Ciência e Agrotécologia**. Lavras, v.24, n.4, p.1068-1078, 2000.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de metionina + cistina digestível para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1984-1992, 2010.
- COSTA, F.G.P.; RODRIGUES, V.P.; GOULART, C.C.; et al. Nutritional requirements of digestible methionine + cystine for japanese quails in production phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 12, p. 2389-2393, 2009.
- D'MELLO, J.P.F. Amino acid imbalances, antagonism and toxicities. In _____: **Amino acids in animal nutrition**, 2. ed. Wallingford: CAB International, 2003. cap. 7, p.125-142.
- GARCIA, E.A.; MENDES, A.A.; PIZZOLANTE, C.C. et al. Protein, methionine + cystine and lysine levels for japanese quails during the production phase. **Poultry Science**, v.7, n.1 p.11-18, 2005.
- KIDD, M.T.; KERR, B.J.; ANTHONY, N.B. Dietary interaction between lysine and threonine in broilers. **Poultry Science**, v.76, n.4, p.608-14, 1997.
- MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C.; TATEISHI, A. et al. Exigência de metionina para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá, PR. **Anais...** Maringá, PR.: SBZ, 1994, p.64
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155p. 9ª edição.
- PARR, J.F.; SUMMERS, J.D. The effect of minimizing amino acid excess in broiler diets. **Poultry Science**, v.70, p.1540-1549, 1991.
- PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de Metionina+Cistina para codornas japonesas em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32, n. 5, p. 1174-1181, 2003.
- REIS, R.S.; BARRETO, S.L.T.; GOMES, P.C.; et al. Relationship of methionine plus cystine with lysine in diets for laying japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, n. 5, p. 1031-1037, 2011.

- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**: tabelas brasileiras. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186 p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3ª edição. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011, 252 p.
- SCOTTÁ B.A.; VARGAS JUNIOR J.G.; PETRUCCI F.B. Metionina mais cistina digestível e relação metionina mais cistina digestível: lisina para codornas japonesas, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.3, p.729-738, 2011.
- SILVA, J.H.V. **Tabelas para codornas Japonesas e Européias**. 2ª edição. Jaboticabal SP: FUNEP, 2009, 107 p.
- SILVA, J.H.V.; FILHO, J.J.; COSTA, F.G.P. et al. Exigências Nutricionais de Codornas. Congresso Brasileiro de Zootecnia, 21, 2011, Maceió. **Anais...Maceió**, AL. 2011.
- STRINGHINI, J.H.; MOGYCA, N.S.; CAFÉ, M.B. et al. Níveis de energia metabolizável e de metionina em rações para codornas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Acta Scientiarum**. v. 20, n. 3, p. 407-411, 1998.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema para Análise Estatística e Genética – SAEG**. Versão 5.0. Viçosa. MG: Fundação Arthur Bernardes, 1997.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento foi realizado na fazenda experimental localizado em Rive, sendo este o primeiro fator complicante, pois era necessário se locomover através de viação particular até o local e nem sempre os horários de chegada e saída do aviário eram compatíveis com o da empresa.

O aviário, durante todo o período do experimento ficou sem iluminação noturna na parte externa. Vários outros problemas relacionados a iluminação aconteceram durante o experimento e todos os pedidos foram passados e reforçados a instituição, que nem sempre atendia de imediato. Não existe tratamento para os dejetos do aviário e, os estagiários por conta própria construíram área de compostagem, com pequena capacidade, pois temos limitações de ferramentas e espaço.

Outro problema é o resfriamento do galpão, sendo necessário a aquisição de mais ventiladores e mecanismo de resfriamento da água dos animais.

Todos os ingredientes e animais obtidos para o experimento foram adquiridos com recursos próprios. Tendo a universidade pouco contribuído às necessidades de ajuste para a implantação do projeto.

Também se faz necessário a construção de banheiros e sanitários para os estagiários, assim como bebedouros com água tratada, já que o mais próximo ficar cerca de 800 metros e que nem sempre fica a disposição, pois a sala fica trancada na maior parte do dia.

Com relação a proteína na formulação das dietas, deveria ser um valor constante ou pelo menos próximo para todos os tratamentos, sendo que durante a realização da formulação não usamos esse critério, liberando de forma crescente, o valor de proteína bruta.

6 REFERÊNCIAS GERAIS

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

ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigências de metionina + cistina para frangos de corte machos em diferentes fases de criação. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, p.1152-1166, 2004.

AL-MAYAH, A.A.S. Immune response of broiler chicks to DL-methionine supplementation at different ages. **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.2, p.169-172, 2006

ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. Formulação de rações para codornas nas diversas fases de criação. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. Cap 15, p.179-184.

BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T. M; et al. Ideal Ratio (Relative to Lysine) of Tryptophan, Threonine, Isoleucine, and Valine for Chicks During the Second and Third Weeks Posthatch. **Poultry Science** 81:485–494. 2002.

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

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. Ed. UFLA, Lavras, MG, 2006, 303 p.

BRUMANO,G.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de metionina + cistina digestível para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1984-1992, 2010.

CAREW, L.B.; EVARTS, K.G.; ALSTER, F.A. Growth, feed intake, and plasma thyroid hormone levels in chicks fed dietary excesses of essential amino acids. **Poultry Science**, Savoy, v.77, p.295–298, 1998.

COLE, D.J.; VAN LUNEN, T.A. **Ideal amino acid patterns**. In: D'MELLO, J. P. F.(Eds) *Amino acids in farm animal nutrition*, p.99-112 (WALLINGFORD, CAB INTERNATIONAL), 1994.

COSTA, F.G.P.; RODRIGUES, V.P.; GOULART, C.C.; et al. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas em fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, n. 12, p. 2136-2140, 2008.

COSTA, F.G.P.; RODRIGUES, V.P.; GOULART, C.C.; et al. Nutritional requirements of digestible methionine + cystine for japanese quails in production phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 12, p. 2389-2393, 2009.

CUPERTINO, E.S.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.480-487, 2009.

D'MELLO, J.P.F. Amino acid imbalances, antagonism and toxicities. In: **Amino acids in animal nutrition**, 2. ed. Wallingford: CAB International, 2003. cap. 7, p.125-142.

DALE, N. Formulacón de dietas sobre la base de disponibilidad de aminoácidos. **Avicultura Profesional**, v.9, n.3, p.120-122, 1992

DEMUNER, L.F.; VARGAS, J.G.; SCOTTÁ, B.A. et al. Níveis nutricionais de lisina digestível para codornas japonesas alimentadas com rações contendo 19,5% de proteína bruta. In: ZOOTECA, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ZOOTECA, 20, 2009, Águas de Lindóia-SP. **Anais... Águas de Lindóia: ZOOTECA 2009**. CD-ROM.

DEMUNER, L.F.; VARGAS, J.G.; PETRUCCI, F.B. et al. Níveis nutricionais de lisina digestível em rações de codornas japonesas. In: ZOOTECA, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ZOOTECA, 20, 2009, Águas de Lindóia-SP. **Anais... Águas de Lindóia: ZOOTECA 2009**. CD-ROM.

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

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

GOMES, P.C.; GENEROSO, R.A.R.; ROSTAGNO, H.S. et al. Valores de aminoácidos digestíveis de alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, n. 6, p. 1259-1265, 2010.

GRALA, W., VERSTEGEN, M.W.A.; JANSMAN, A.J.M.; et al. Ileal apparent protein and amino acid digestibilities and endogenous nitrogen losses in pigs fed soybean and rapeseed products. **Journal of Animal Science**, v.76, p.557–568, 1998.

HAN, Y.; BAKER, D.H. Effects of sex, heat stress, body weight and genetic strain on the dietary lysine requirement of broiler chicks. **Poultry Science**, v.72, p.701-708, 1993.

HARMS, R.H. Proteína (aminoácidos) para poedeiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES. Campinas: **Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**, p.111-122, 1999.

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

JONES, T.C.; HUNT, R. D.; KING, N.W. **Patologia Veterinária**. 6a edição, São Paulo: Manole, 2003, 1415p.

KALINOWSKI, A.; MORAN JR., E.T.; WYATT, C. Methionine and cystine requirements of slow-and fast-feathering male broilers from three to six weeks of age. **Poultry Science**, v.82, p.1428-1437, 2003.

KIDD, M.T.; KERR, B.J. L-Threonine for poultry: a review. **The Journal of Applied Poultry Science**, v.5, n.4, p. 358-367, 1996.

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

KIDD, M.T.; KERR, B.J. Dietary arginine and lysine ratios in large white toms. 2. Lack interaction between arginine: lysine ratios and electrolyte balance. **Poultry Science**, v.77, p.864-869, 1998

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

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

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

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

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

LENSING, M.; VAN DER KLIS, J.D.; LE BELLEGO L. et al.. The threonine requirement of broiler chickens during subclinical intestinal infection. In: European Symposium on Poultry Nutrition, 16, 2007. Strasbourg. **Anais...**, Strasbourg, France. 2007.

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

MACARI, M., Furlan, R.L. e Gonzáles, E. 2002. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Ed. Funep/UNESP. Jaboticabal, SP. 2: 135-141.

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

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.

MOURA, A.M.A.; SOARES, R.T.R.N.; FONSECA, J.B. et al. Exigência de lisina para codornas japonesas (*Coturnix japonica*) na fase de cria. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v.31, n.4, p.1191-1196, 2007.

MOURA, A. M. A.; NOBRE SOARES R.T. R.; FONSECA J. B. et al. Efecto de diferentes niveles dietéticos de lisina total sobre la calidad del huevo de codornices japonesas (*Coturnix japonica*) **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.17, n.3 p.67-75, 2009.

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

NARVÁEZ-SOLATE, W.V.; CONTRERAS, W.; PEZZATO, A. C. Efeito da proteína no desempenho de poedeiras leves no segundo ciclo de postura em condições climáticas tropicais. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. 2005, Santos. **Anais...** Santos: 2005. 82p.

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

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

OLIVEIRA NETO, A. R. de; OLIVEIRA, W. P. de. Aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. spe, Julho 2009.

PACK, M. Proteína ideal para frangos de corte. Conceito atual. In: COFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba, **Anais...** p. 95-110, 1995.

PACK, M. **Ideal protein in broilers**. In. FEEDBACK SPECIAL; Frankfurt, Alemanha. p. 01-13, 1996.

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

PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: Simpósio Internacional de Produção de Não-Ruminantes, 1994, Maringá. **Anais...**Maringá:SBZ, 1994, p. 119-128.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T.; et al. Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

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

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

PROCHASKA, J.F.; CAREY, J.B.; SHAFER, D.J. The effect of L-lysine intake on egg component yield and composition in laying hens. **Poultry Science**, v.75, n.10, p.1268-1277, 1996.

RATHMACHER, J. A. Measurement and significance of protein turnover. In: Farm animal metabolism and nutrition. **Anais...** Wallingford: CAB International, p. 25-48, 2000.

REIS, R.S.; BARRETO, S.L.T.; GOMES, P.C.; et al. Relationship of methionine plus cystine with lysine in diets for laying japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, n. 5, p. 1031-1037, 2011.

RIBEIRO, M.L.G.; SILVA, J.H.V; DANTAS, M.O. Exigências nutricionais de lisina para codornas durante a fase de postura em função do nível de proteína na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32, n. 1, p. 156-161, 2003.

RIBEIRO C. L. N. (2011) **Exigência de lisina digestível para codornas japonesas em postura**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa 2011. 45p. Dissertação de

Mestrado em Nutrição e Produção de Monogástricos – Universidade Federal de Viçosa, 2011.

RIZZO, M.F.; FARIA, D.E.; SILVA, F.H.A. et al. Avaliação das propriedades funcionais de ovos produzidos por poedeiras alimentadas com diferentes níveis de lisina e metionina. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Santos. **Trabalhos de Pesquisa...** Santos: FACTA, 2004. p.26.

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

ROSTAGNO, H.S. **Programa de alimentação e nutrição para frangos de corte adequados ao clima**. In: CONFERÊNCIA APINCO. Simpósio Internacional Sobre Ambiente e Instalações na Avicultura Industrial. Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 1995, p. 11-19.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: tabelas brasileiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186 p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª edição. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011, 252 p.

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

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

SCOTTÁ, B. A, VARGAS JUNIOR, J., PETRUCCI, F. et al. Metionina mais cistina digestível e relação metionina mais cistina digestível: lisina para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.3, p.729-738, 2011.

SI, J.; FRITTS, C.A.; BURNHAM, D.J. et al. Extent to which crude protein may be reduced in corn-soybean meal broiler diets through amino acid supplementation. **International Journal of Poultry Science**, v.3, p.46 - 50, 2004.

SILVA, J.H.V.; MUKAMI, F.; ALBINO, L.F.T. Uso de rações a base de aminoácidos digestíveis para poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, n. 5, p. 1446-1451, 2000.

SILVA, J.H.V., RIBEIRO, M.L.G. **Tabela nacional de exigências nutricionais de codornas**. 1ª ed., DAP/UFPB. Bananeiras, 21p., 2001.

SILVA, J.H.V. **Tabelas para codornas Japonesas e Européias**. 2ª edição. Jaboticabal SP: FUNEP, 2009, 107 p.

SILVA, J.H.V.; FILHO, J.J.; COSTA, F.G.P. et al. Exigências Nutricionais de Codornas. Congresso Brasileiro de Zootecnia, 21, 2011, Maceió. **Anais...** Maceió, AL. 2011.

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

SUIDA. D., 2001. Proteína ideal, energia líquida e modelagem. In: Simpósio Internacional de Nutrição Animal, 1. **Anais...** Santa Maria, RS, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema para Análise Estatística e Genética – SAEG**. Versão 5.0. Viçosa. MG: Fundação Arthur Bernardes, 1997.

UMIGI, R.T.; BARRETO, S.LT.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de treonina digestível em dietas para codorna japonesa em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1868-1874, 2007.