

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

**FELIPE BARRETO PETRUCCI**

**NÍVEIS NUTRICIONAIS DE VALINA E ISOLEUCINA  
DIGESTÍVEIS PARA CODORNAS JAPONESAS EM  
POSTURA**

**ALEGRE – ES**

**2013**

**FELIPE BARRETO PETRUCCI**

**NÍVEIS NUTRICIONAIS DE VALINA E ISOLEUCINA  
DIGESTÍVEIS PARA CODORNAS JAPONESAS 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.<sup>o</sup> DSc José Geraldo de Vargas Junior

**ALEGRE – ES**

**2013**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

P498n Petrucci, Felipe Barreto, 1986-  
Níveis nutricionais de valina e isoleucina digestíveis para codornas japonesas em postura / Felipe Barreto Petrucci. – 2013.  
91 f. : il.

Orientador: José Geraldo de Vargas Júnior.  
Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Ave - Criação. 2. Nutrição animal. 3. Aminoácidos. 4. Proteínas. 5. Codorna - Ovos - Qualidade. I. Vargas Júnior, José Geraldo de. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 619

---

FELIPE BARRETO PETRUCCI

**NÍVEIS NUTRICIONAIS DE VALINA E ISOLEUCINA  
DIGESTÍVEIS PARA CODORNAS JAPONESAS 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 \_\_\_\_\_ de 2013.

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

Prof. DSc. José Geraldo de Vargas Junior  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador

---

Prof. Dsc. Pedro Pierro Mendonça  
Instituto Federal do Espírito Santo  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias

---

Dsc. Danilo Vargas Gonçalves Vieira  
Universidade Federal da Paraíba

## **DEDICATÓRIA**

À Deus, por me dar força e sabedoria.

À minha família, pelo apoio e amor incondicional.

À minha namorada pela paciência, carinho e compreensão.

Aos meus amigos, pelo companheirismo e momentos de alegria.

## **AGRADECIMENTOS**

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

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

Ao professor José Geraldo de Vargas Junior, pela paciência, ensinamentos, amizade e apoio.

À minha família, por me proporcionar a oportunidade de estudo, além de todo amor e carinho.

À minha namorada, Kharen, pelo seu amor, paciência, apoio nos momentos difíceis e compreensão.

Aos meus amigos e companheiros de trabalho Mari, Cadu, Ronaldo, Juliano, Júlio, Catarina e Drielly por estarem comigo nos momentos mais difíceis desse longo caminho.

Aos membros da banca examinadora, Professor Pedro Pierro Mendonça e Danilo Vargas Gonçalves Vieira pelos conhecimentos ensinados e pelo tempo disponibilizado para tal.

À todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste curso.

Muito obrigado a todos.

## **EPÍGRAFE**

“O Senhor é a minha luz e a minha salvação; de quem terei medo?

O Senhor é a fortaleza da minha vida; a quem temerei?”

(Salmos 27:1)

## RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar os níveis de valina e isoleucina digestível da dieta de postura, e os efeitos do antagonismo entre eles, sobre o desempenho produtivo de codornas japonesas em produção. Foram utilizadas 1440 aves, alocadas em unidades experimentais distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, divididas em dois experimentos, um com cinco níveis de valina digestível (0,74; 0,81; 0,88; 0,95 e 1,02%) realizado em dois ensaios, e outro, com cinco níveis de isoleucina digestível (0,64; 0,70; 0,76; 0,82 e 0,88%) realizado em dois ensaios, ambos com oito repetições e oito aves por repetição. As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, contendo 2900 kcal de energia metabolizável e 18% de proteína bruta. A Ração e água foram fornecidos à vontade durante todo o período experimental. As características avaliadas foram consumo de ração, ganho de peso, taxa de postura, peso médio do ovo, massa dos ovos, conversão alimentar por massa do ovo e por dúzia de ovos, peso relativo e absoluto da gema, do albúmen e da casca, além da unidade de Haugh. Observou-se que para codornas japonesas em postura deve-se utilizar dietas com 0,74% de valina e 0,64% de isoleucina digestíveis para a maximização de sua função produtiva. O aumento proporcional dos aminoácidos valina e isoleucina digestíveis pode melhorar o ganho de peso das aves, no entanto a qualidade dos ovos diminui.

**Palavras-chave:** aminoácidos de cadeia ramificada, aves de produção, desempenho produtivo, proteína ideal, qualidade do ovo.



## **ABSTRACT**

One thousand four hundred and forty Japanese quails, in production phase, were used to evaluate valine and isoleucine digestible levels and antagonistic effects of these amino acids on laying quails productive performance. Experimental units were distributed in a completely randomized design, in two experiments, one containing five different digestible valine levels (0,74; 0,81; 0,88; 0,95 and 1,02%) in two assays, and another one containing five different digestible isoleucine levels (0,64; 0,70; 0,76; 0,82 and 0,88%) in two assays. Both experiments had eight replicates and eight birds in each replicate. Corn-soybean diets were formulated to provide 2900kcal of metabolizable energy and 18% of crude protein. Birds had free access to the water and experimental diets during all the experimental period. Feed intake, weight gain, production rate, egg weight, egg mass, feed conversion, absolute and relative yolk, albumen and eggshell weight and Haugh unit were recorded and evaluated at the end of the experiment. In conclusion, laying quails diets should have 0,74% of digestible valine and 0,64% of digestible isoleucine to maximize the productive performance. Proportional raising of both amino acids levels could lead to a positive weight gain, but, at same time, decreases eggs quality.

**Keywords:** branched chain amino acids, egg quality, ideal protein, poultry, productive performance.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	03
2.1	CODORNAS JAPONESAS.....	03
2.2	NUTRIÇÃO .....	04
2.3	O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL.....	05
2.4	REDUÇÃO DE NÍVEIS PROTÉICOS POR MEIO DA SUPLEMENTAÇÃO COM AMINOÁCIDOS COM BASE EM PROTEÍNA IDEAL.....	07
2.5	LIMITAÇÃO DO USO DO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL: ANTAGONISMO.....	10
2.5.1	ANTAGONISMO ENTRE AMINOÁCIDOS DE CADEIA RAMIFICADA.....	11
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO 1</b> .....	13
	<b>Níveis de valina digestível para codornas japonesas em postura</b> .....	14
	RESUMO.....	14
	ABSTRACT.....	15
	INTRODUÇÃO.....	16
	MATERIAL E MÉTODOS.....	19
	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
	CONCLUSÕES.....	37
	REFERÊNCIAS.....	38
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO 2</b> .....	43
	<b>Níveis de isoleucina digestível para codornas japonesas em postura</b> .....	44
	RESUMO.....	44
	ABSTRACT.....	45
	INTRODUÇÃO.....	46

	MATERIAL E MÉTODOS.....	49
	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
	CONCLUSÕES.....	66
	REFERÊNCIAS.....	67
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>72</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS GERAIS.....</b>	<b>73</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A criação de codornas ou coturnicultura, é uma atividade avícola em expansão no Brasil. Antes considerada como doméstica, hoje a coturnicultura é responsável pela geração de emprego e renda em todos os níveis de sua cadeia produtiva. Além disso, seu principal produto, o ovo, é uma fonte de proteína animal de alto valor biológico.

Entre as espécies mais utilizadas para a produção de ovos estão as codornas da subespécie japonesa (*Coturnix coturnix japonica*). A codorna japonesa foi introduzida na Brasil na década de 50 e, embora se pareça com as codornas nativas, não pertencem a mesma família.

Segundo dados do IBGE de 2011, o Brasil possui um plantel de mais de 15,5 milhões de animais sendo que do ano de 2010 para o de 2011, enquanto outras atividades pecuárias como a bovinocultura, a suinocultura e a ovinocultura obtiveram crescimento médio de seu plantel de menos de 2%, a coturnicultura obteve crescimento de quase 20%.

Vários fatores influenciaram o crescimento das criações de codornas no país neste período. Entre estes, pode-se citar algumas características destes animais como: ciclo reprodutivo curto com postura regular, boa fertilidade e precocidade sexual, além do fato de seus produtos, principalmente o ovo, possuírem boa aceitação no mercado.

Mesmo com o crescimento das criações, o número de trabalhos acerca de nutrição destes animais ainda são escassos quando comparados a outras espécies avícolas de interesse zootécnico, como galinhas poedeiras e frangos de corte. Desta maneira muitos níveis nutricionais recomendados para esta espécie ainda se baseiam em tabelas de outras espécies ou estrangeiras. Tabelas estrangeiras, como o NRC ou INRA além de estarem desatualizadas, e possuírem desuniformidade entre si, apresentam dados obtidos sob condições de laboratório ou condições diferente diferentes das condições brasileiras, não refletindo a necessidade do animal.

Ainda que existam tabelas de recomendações nutricionais nacionais, como as tabelas para codornas japonesas e européias e as tabelas brasileiras para aves e

suínos, que apresentam recomendações nutricionais para estas espécies, muitas recomendações de aminoácidos, ainda se baseiam na literatura internacional.

Como a viabilidade econômica e o sucesso na criação depende, dentre outros fatores, da qualidade nutricional da dieta, deve-se garantir os níveis nutricionais adequados. Isto se faz ainda mais relevante uma vez que a alimentação é responsável pelo maior custo de produção na coturnicultura, principalmente em se tratando de aminoácidos que, em caso de deficiência ou excesso podem comprometer o desempenho produtivo do animal pelo desequilíbrio, antagonismo e toxidez.

Excluindo-se os efeitos de toxidez, que são improváveis de acontecer na prática devido às limitações econômicas na suplementação de dietas com níveis excessivos de aminoácidos, os casos que possuem maior importância e maior número de trabalhos são os de antagonismo e desequilíbrio.

Entre os aminoácidos mais estudados na nutrição são conhecidos pelo menos dois casos de antagonismos e um deles ocorre entre os aminoácidos de cadeia ramificada: leucina, isoleucina e valina. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi estimar a exigência nutricional de valina e isoleucina e verificar a possível influência de um destes aminoácidos sobre seu antagonista.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CODORNAS JAPONESAS

As codornas são animais originários do norte da África, da Europa e da Ásia, pertencendo à família dos fasianídeos (*faisanidae*), da sub-família *perdicinidae*, a mesma das galinhas e perdizes (PINTO et al., 2002), do gênero *coturnix*, um dos mais ricos em espécies (ALBINO & BARRETO, 2003). Ainda segundo estes autores, a codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*), que hoje é a mais difundida mundialmente, em virtude da sua grande precocidade e da elevada produção de ovos, foi obtida pelos japoneses a partir de 1910, quando iniciaram-se estudos e cruzamentos entre as codornas vindas da europa com espécies selvagens do Japão. Atualmente, na área de nutrição de codornas esta é a subespécie mais estudada (MURAKAMI, 2002).

No Brasil, as codornas foram trazidas por imigrantes italianos e japoneses (CARMO, 2008). Embora as codornas se pareçam com espécies selvagens, aqui existentes, não pertencem à mesma família, pois a *Nothura boraquira* (codorna do nordeste), a *Nothura minor* (codorna mineira) e a *Nothura maculosa* (codorna comum ou perdizinho), que são espécies nativas, pertencem a outra família, a família dos tinamídeos (*tinamidae*) (PINTO et al., 2002).

A criação de codornas no Brasil iniciou-se no final da década de 50, destacando-se mais nos anos de 1986 a 1988, período que houve, inclusive, superprodução de ovos, ocasionando prejuízo aos produtores, com consideráveis perdas na produção e exploração destas aves neste período (COSTA et al., 2007), diferentemente de hoje, quando se presencia um crescimento na atividade, com consequente aumento do plantel no país (BRASIL, 2011).

Grande parte do crescimento deve-se às características da coturnicultura, que tem-se caracterizado como uma atividade que demanda investimentos iniciais baixos, uso de pequenas áreas e pequena necessidade de mão-de-obra (OLIVEIRA et al., 2002). Aliado a isto, as codornas são animais que possuem crescimento rápido, maturidade sexual precoce (35 a 42 dias), alta produtividade (300 ovos/ano) e longevidade de produção (14 a 18 meses) (ALBINO & BARRETO, 2003).

## 2.2 NUTRIÇÃO

Para se melhorar a exploração racional da coturnicultura, é necessária a realização de pesquisas objetivando a adoção de programas corretos de alimentação e práticas de manejo nutricional. Além disso, as formulações de rações para essas aves se baseiam muitas vezes em dados poucos coerentes com a condições brasileiras em razão da quantidade reduzida de trabalhos nacionais, principalmente se compararmos à grande variedade de dados encontrados para frangos de corte e poedeiras comerciais (COSTA et al., 2007).

Pinto et al. (2002) relatam que para a formulação de rações de codornas, são utilizadas normalmente tabelas de exigências nutricionais de outros países, como NRC (1994). Além disso, os dados utilizados são muitos antigos e escassos. O próprio NRC (1994), cita que, desde 1984, se têm poucas informações a respeito das exigências para codornas, demonstrando desde então uma grande defasagem de informações. Ao analisar esta tabela, observa-se que não há uniformidade na determinação dos períodos referidos para a fase inicial e de crescimento nem ao menos para os níveis nutricionais recomendados para a fase inicial e final de produção de ovos (COSTA et al., 2011). Somado a isto, fatores como genética, peso, idade, condições de alojamento da ave, balanço e disponibilidade de aminoácidos na dieta, entre outros, podem interferir nas exigências nutricionais, como de proteína bruta e de energia metabolizável, de codornas japonesas (OLIVEIRA et al., 2002).

Assim, faz-se necessário estudar níveis nutricionais destes animais, principalmente proteína e energia, para se elaborar programas de alimentação mais tecnicamente adequados. Isto se torna relevante uma vez que na produção avícola a alimentação representa de 65 a 75% dos custos variáveis de produção (SILVA & RIBEIRO, 2001; PINTO et al., 2002), sendo a proteína responsável por aproximadamente 25% deste custo (BARRETO et al., 2006).

Durante muitos anos, a formulação de dietas para aves baseou-se no conceito de proteína bruta (quantidade de nitrogênio x 6,25) (ARAÚJO et al., 2001), o que gerou inúmeros debates nas áreas científica e comercial. Este fato ressalta a evidência de que dietas formuladas com base neste conceito podem resultar em excesso ou deficiência de aminoácidos, em relação à necessidade do animal. Isto

resultaria em maior excreção de nitrogênio (FARIA FILHO et al., 2006) e, conseqüentemente, aumento nos custos de produção. Com a disponibilidade de alguns aminoácidos industriais, é possível formular dietas com níveis reduzidos de proteína bruta, pois possíveis deficiências em aminoácidos, em virtude da redução do nível protéico, podem ser corrigidas com a inclusão desses aminoácidos, aproximando os níveis destes das necessidades da ave (ARAÚJO et al., 2001). Porém, ainda não está evidente até que ponto se pode reduzir o nível protéico da dieta e quais aminoácidos devem ser suplementados, sem afetar o desempenho e as características de carcaça (GOMIDE et al., 2007), uma vez que as exigências dos animais não são de proteína bruta, mas sim em aminoácidos essenciais e ou quantidades suficientes de nitrogênio para a síntese de aminoácidos não essenciais (VASCONCELLOS et al., 2010).

Levando-se em consideração que os alimentos protéico são, em geral, mais caros do que os alimentos energéticos. A administração de dietas que contenham altas proporções de proteína, além de acarretar uma sobrecarga hepática e renal, devido a necessidade de se eliminar o nitrogênio em excesso, não traz aumentos na produção que sejam justificados pelo preço destes alimentos (ANDRIGUETTO et al., 2002). Somado a isso, o excesso de proteína é desperdiçado com relação a sua função específica pois este excesso não poderá ser armazenado, ou seja, como as aves não estocam aminoácidos, 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 da dieta (MACARI et al., 2002).

### 2.3 O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL

O conceito de proteína ideal, descrito por Araújo et al. (2001), refere-se a mistura de aminoácidos ou proteína cuja composição atende às exigências dos animais para os processos de manutenção e crescimento. Segundo Miles & Chapman (2007) a proteína ideal pode ser definida como aquela que fornece o exato balanço de aminoácidos requeridos para um desempenho ótimo e crescimento máximo.



Bertechini (2006) explica que neste caso supõe-se que todos os aminoácidos sejam utilizados por completo para a biossíntese de tecidos. Ainda segundo este autor, a aplicação do conceito de proteína ideal, depende da qualidade da fonte protéica e da possibilidade de adequação dos desequilíbrios, através do uso de aminoácidos puros. A combinação de ingredientes que se complementam nos seus desequilíbrios de aminoácidos é uma forma prática de reduzir os efeitos de excessos de aminoácidos, que seriam utilizados como fonte de energia.

Schutte & De Jong (1998) afirmaram que as exigências nutricionais dos aminoácidos estão proporcionalmente ligadas umas as outras, ou seja, aumentar o suprimento de um único aminoácido somente irá melhorar o desempenho se nenhum outro aminoácido for limitante.

O conceito de proteína ideal, proposto para uso na nutrição animal, estabelece que todos os aminoácidos essenciais sejam expressos como proporções ideais ou percentagens de um aminoácido-referência. Isto significa que as exigências de todos os aminoácidos podem ser prontamente estimadas a partir da determinação da exigência do aminoácido referência (MOURA, 2004).

Neste contexto, a lisina é considerada o aminoácido padrão de comparação e a relação aminoácidos/lisina, usada para estimar as necessidades de todos os outros aminoácidos da dieta (BERTECHINI, 2006). Ainda de acordo com o autor, a escolha da lisina como padrão se deve a alguns fatores relacionados a este aminoácido que são:

- participa intensamente do crescimento dos tecidos;
- tem exigência metabólica alta;
- normalmente é limitante na dieta de aves ou de suínos;
- possui fácil análise, possuindo grande número de trabalhos avaliando sua exigência nutricional e digestibilidade;
- não ocorre transaminação, evitando qualquer modificação metabólica que possa interferir nas determinações das suas exigências e;
- é considerado o menos tóxico.

Utilizando-se lisina como referência, as concentrações alvo de cada um dos outros aminoácidos essenciais que são expressas como percentagem de lisina, que é considerada por padrão 100% (MILES & CHAPMAN, 2007) (Exemplo: Quadro 1).

Aminoácido		Postura	
		Digestível	Total
Lisina	%	100	100
Metionina	%	45	44
Metionina + Cistina	%	82	81
Triptofano	%	21	21
Treonina	%	60	63
Arginina	%	116	113
Glicina + Serina	%	114	119
Valina	%	75	76
Isoleucina	%	65	65
Leucina	%	150	148
Histidina	%	42	41
Fenilalanina	%	74	73
Fenilalanina + Tirosina	%	135	133

Quadro 1. Relação aminoácido:lisina utilizada para estimar as exigências de aminoácidos de codornas japonesas na fase de postura.

Fonte: Adaptado de Rostagno (2011).

No conceito de perfil ideal de aminoácidos, assume-se que as proporções ideais de aminoácidos essenciais em relação à lisina permanecem grandemente inalteradas em função de fatores dietéticos, ambientais e genéticos (SCHUTTE & DE JONG, 1998). Assim, do ponto de vista prático, havendo a determinação das necessidades reais de lisina, torna-se fácil a estimativa dos outros aminoácidos (BERTECHINI, 2006).

## 2.4 REDUÇÃO DE NÍVEIS PROTÉICOS POR MEIO DA SUPLEMENTAÇÃO COM AMINOÁCIDOS COM BASE EM PROTEÍNA IDEAL

A formulação de dietas com base na proteína ideal é uma maneira efetiva de se usar menos proteína na dieta para se alcançar os requerimentos de aminoácidos (MILES & CHAPMAN, 2007). Hoje, com a disponibilidade de aminoácidos

produzidos em escala comercial, é possível elaborar dietas com níveis reduzidos de proteína bruta para aves (GOMIDE et al., 2011).

Sabino et al. (2004) citam que a redução protéica tem sido vista como uma das vias de possível melhoria dos custos de produção e o nível protéico da dieta passou a ser definido como o nível ótimo para responder às necessidades da ave em aminoácidos, considerando o custo dos ingredientes usados na formulação e o valor das carnes produzidas. Entretanto, ainda é possível encontrar formulações de dietas para aves com níveis de proteína bruta elevados.

Dietas com baixo teor de proteína têm sido associadas à redução de perdas energéticas. Ao se diminuírem os teores de proteína bruta da dieta, reduzem-se, também, a desaminação do excesso de aminoácidos e, com isso, a síntese e a excreção de ácido úrico nas excretas das aves (VASCONCELLOS et al., 2011).

Estima-se que, para incorporar um aminoácido na cadeia protéica gasta-se em torno de 4 mols de ATP (LARBIER & LECLERCQ, 1992) e para excretar um aminoácido são gastos de 6 a 18 mols de ATP, dependendo da quantidade de nitrogênio do aminoácido (LECLERCQ, 1996 citado por COSTA et al., 2001 e VASCONCELLOS et al., 2010), isso porque, gasta-se aproximadamente 3,75 mols de ATP para cada mol de nitrogênio excretado na forma de ácido úrico (BERTECHINI, 2006).

Apesar do grande número de estudos realizados avaliando dietas com níveis reduzidos de proteína bruta, há controvérsias quanto aos resultados (GOMIDE et al., 2007). Segundo estes autores, trabalhando com frangos de corte, é possível reduzir o nível protéico da dieta na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade) até o nível de 16% de proteína bruta, suplementando com aminoácidos e fitase, desde que a ração da fase inicial (1 a 21 dias de idade) seja formulada com os níveis nutricionais recomendados pela literatura brasileira. Por outro lado, Sabino et al. (2004), afirmam que os níveis mínimos de proteína bruta para frango de corte, nesta mesma fase, devem ser de 21,7% para machos e de 19% para fêmeas, pois níveis de proteína bruta abaixo desses valores diminuem o desempenho mesmo com a suplementação de aminoácidos, entretanto neste trabalho não houve suplementação com fitase. Ainda para a fase inicial, segundo Vieites et al. (2004), é possível diminuir o nível protéico das dietas, sem afetar o desempenho das aves, desde que haja adequada suplementação de aminoácidos essenciais de forma a atender ao requerimento nutricional destes animais.

Para a fase de crescimento, a adição de aminoácidos em níveis crescentes melhoram a conversão alimentar (ARAÚJO et al., 2002), porém, Oliveira et al. (2011), citam que a redução do nível de proteína bruta da ração de 21,6 para 17,6%, com suplementação de aminoácidos industriais, em frangos de corte na fase de crescimento, piora a conversão alimentar, mas não influencia as demais características de desempenho e de carcaça.

Oliveira et al. (2010) concluíram que o nível de proteína bruta para frangos de corte macho na fase de crescimento mantidos em ambiente de estresse por calor pode ser reduzido de 21,6 para 17,6% quando a dieta é suplementada com aminoácidos industriais, pois essa redução não prejudica as características de desempenho nem o rendimento de cortes nobres.

Dietas com baixo teor protéico devem obrigatoriamente ser suplementadas com aminoácidos industriais sob pena de perda de desempenho, principalmente nas fases iniciais (KOLLING et al., 2005). Segundo Silva et al. (2006), a resposta das aves à redução da proteína da ração parece estar condicionada à extensão em que este nutriente é reduzido na dieta.

Ao trabalhar com poedeiras leves no pico de produção, Silva et al. (2006) não encontraram diferença no desempenho das aves que não foram suplementadas com lisina e/ou metionina quando as dietas destas tiveram redução do seu conteúdo protéico de 16,5 para 14%. De maneira semelhante, Faria Filho et al. (2006) concluíram que as dietas de baixa proteína, formuladas pelo conceito de proteína ideal, podem ser utilizadas na alimentação de frangos criados à temperatura de 20 ou 25°C, pois estes não tem seu desempenho ou características de carcaça alterados, além de diminuírem a excreção de nitrogênio. Mendonça Júnior & Lima (1999), por outro lado, concluíram que aves em segundo ciclo de produção, ou seja, após muda forçada, que receberam dietas contendo 16,5% de proteína bruta obtiveram melhor desempenho que aquelas recebendo dietas contendo 14% de proteína bruta.

## 2.5 LIMITAÇÃO DO USO DO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL: ANTAGONISMO

Entre alguns fatores que podem dificultar a determinação do requerimento das proporções ideais de aminoácidos para se atingir o conceito de proteína ideal, está o desbalanço aminoacídico e o antagonismo entre aminoácidos (SILVA et al., 2006).

De acordo com Bertechini (2006), o consumo de dietas com conteúdo de aminoácidos desproporcionais às necessidades metabólicas dos animais não-ruminantes, leva a alterações fisiológicas com efeitos metabólicos que influenciam no comportamento alimentar desses animais. A ingestão da ração imbalaceada, altera a concentração dos aminoácidos do plasma e tecidos com redução substancial do aminoácido que estiver limitante.

Segundo este autor, existem basicamente três tipos de imbalanços. O primeiro resulta da ingestão de dietas com conteúdos desequilibrados em aminoácidos, sendo o mais comum de acontecer. O segundo tipo, refere-se ao antagonismo que pode ocorrer entre os aminoácidos. Neste caso, o excesso de um aminoácido afeta a digestibilidade de outro devido a competição por sítio de absorção, este tipo também pode ser definido como uma interação entre aminoácidos de estruturas semelhantes que resultam em efeitos adversos (D'MELLO, 2003). O terceiro caso seria referente a toxidez dos aminoácidos. Os efeitos da toxidez no consumo vão depender do aminoácido (BERTECHINI, 2006).

Em casos de desbalanço excessivo, situações de antagonismo podem ser observadas. O antagonismo pode ocorrer quando o excesso de um aminoácido é associado com a deficiência de outros cujas exigências ficarão aumentadas. A situação mais bem conhecida é do antagonismo da lisina sobre a arginina (LARBIER & LECLERCQ, 1992). Ainda segundo estes autores, este antagonismo não se dá a nível digestível e sim metabólico, pois, um excesso de lisina induz a uma atividade extremamente alta da arginase renal que leva a uma maior degradação da arginina, porém o contrário não ocorre (arginina – lisina). Os resultados encontrados por Atencio et al. (2004) confirmam estas afirmações. Estes autores, ao trabalharem com diferentes níveis de arginina (1,100; 1,218; 1,276; 1,334 e 1,392% correspondendo as relações lisina:arginina digestível 100; 105; 110 e 115%) em

dietas de frangos de corte da linhagem Avian Farm em diferentes fases, concluíram que os níveis estudados não influenciaram significativamente as características de desempenho e de carcaça dos animais na fases de 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade.

Ainda concordando com Larbier & Leclercq (1992), Silva et al. (2006) trabalhando com poedeiras leves no pico de produção verificaram que, quando o nível protéico mais baixo entre os estudados (14% de proteína bruta) foi suplementado com lisina ocorreu grande desequilíbrio na relação entre os aminoácidos com consequente efeito significativo negativo sobre a produção de ovos. Efeito semelhante foi notado por Stringhini et al. (2007) quando trabalharam com frangos de corte na fase pré-inicial, com o objetivo de avaliar o desempenho destes sob diferentes níveis de lisina e arginina digestíveis na dieta, concluíram que os níveis de arginina digestível sugeridos para a fase pré-inicial variam de 1,40 a 1,46%, porém, a utilização de altos níveis de lisina digestível nessa fase demanda ajustes nestes níveis.

Segundo D'Mello (2003), um dos tipos de desequilíbrios é aquele causado pela adição de uma quantidade relativamente pequena de um aminoácido a uma dieta de baixa proteína. Ainda segundo este autor, a primeira manifestação dos efeitos adversos causados pelo desequilíbrio de aminoácidos é a redução do consumo de ração levando, conseqüentemente, à redução no crescimento.

### 2.5.1 ANTAGONISMO ENTRE AMINOÁCIDOS DE CADEIA RAMIFICADA

Outro quadro de antagonismo entre aminoácidos conhecido se dá entre os aminoácidos de cadeia ramificadas (leucina, isoleucina e valina). A valina e a isoleucina são aminoácidos alifáticos similares em estruturas e funções, são extremamente hidrofóbicos, raramente são úteis em reações bioquímicas normais e quase sempre são encontrados no interior de proteínas, determinando sua estrutura tridimensional (LEHNINGER, 2006). De acordo com D'Mello (2003) o excesso de leucina afeta negativamente a utilização dos outros dois aminoácidos de cadeia ramificada, isoleucina e valina, mesmo quando estes não estão limitantes na dieta.

Assim, a maioria dos aminoácidos não utilizados sofrem transaminação que, em conjunto com a enzima glutamato desidrogenase, resultam na produção de

amônia (D'MELLO, 2003), sendo estas reações, no caso dos aminoácidos de cadeia ramificada, desencadeadas no músculo esquelético (PLATELL et al., 2000). Desta forma, o excesso de amônia produzido deve ser eliminado, o que gera um gasto extra de energia, causando diminuição no desempenho.

Este fato foi confirmado em experimento por Peganova & Eder (2003) que, trabalhando com poedeiras Lohmann Brown de 25 a 28 semanas de idade e testando diferentes níveis de isoleucina, valina+leucina e triptofano, concluíram que todos os parâmetros de desempenho das poedeiras foram afetados pelos níveis dietéticos de isoleucina e pelos níveis de valina+leucina. Segundo estes autores, em concentrações baixas de valina+leucina, com aumento na concentração de isoleucina há redução significativa nos parâmetros produtivos. Ao se aumentar a concentração de isoleucina de 5,7 para 11,5 g/kg da dieta, o consumo de ração diminuía em 38%, a produção de ovos em 25%, o peso dos ovos em 5% e a massa de ovos em 26%. Este estudo mostrou que uma concentração excessiva de isoleucina na dieta de poedeiras levou a uma notável depressão no desempenho, mas o qual pôde ser amenizado ao se aumentar a concentração dos outros dois aminoácidos de cadeia ramificada, valina e leucina.

Corrent & Bartelt (2011) ressaltam a importância de se estudar os aminoácidos valina e isoleucina pois estes são os próximos limitantes depois da metionina mais cistina, lisina e treonina, os quais são aminoácidos com suas necessidades melhores estabelecidas, devido ao maior número de trabalhos sobre estes. Somado a isso, além do fato de serem antagônicos entre si, os aminoácidos valina e isoleucina podem, ambos, serem o quarto aminoácido limitante dependendo dos ingredientes utilizados na formulação da dieta, sendo a valina o quarto limitante quando se utiliza rações a base de trigo ou milho e farelo de soja, e a isoleucina quando se utiliza farinha de sangue na formulação, que é um ingrediente conhecido por seu baixo teor de isoleucina (ROSTAGNO et al., 2011). Além disso, segundo Shivazad et al., (2002), a isoleucina é um dos seis aminoácidos que encontra-se em deficiência em dietas a base de milho e farelo de soja quando utiliza-se farinha de sangue. Somado a isso, pouco se sabe sobre os níveis, especialmente sobre excesso, de valina e isoleucina, principalmente em animais de produção (PEGANOVA & EDER, 2002a).

## **CAPÍTULO 1**

### **Níveis de valina digestível para codornas japonesas em postura**

Artigo a ser submetido à publicação na Revista Brasileira de Zootecnia



### 3. Cap. 1 - Níveis de valina digestível para codornas japonesas em postura

#### RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar os níveis de valina digestível da dieta de postura e os efeitos de seu antagonico, a isoleucina, sobre o desempenho produtivo de codornas japonesas em produção. Foram utilizadas 640 aves, alocadas em unidades experimentais distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco níveis de valina digestível (0,74; 0,81; 0,88; 0,95 e 1,02%) em dois ensaios (mantendo-se ou não a relação proporcional com a isoleucina), com oito repetições e oito aves por repetição. As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, contendo 2900 kcal de energia metabolizável e 18% de proteína bruta. Ração e água foram fornecidos à vontade durante todo o período experimental. As características avaliadas foram consumo de ração, ganho de peso, taxa de postura, peso médio do ovo, massa dos ovos, conversão alimentar por massa do ovo e por dúzia de ovos, peso relativo e absoluto da gema, do albúmen e da casca, além da unidade de Haugh. Obervou-se que para codornas japonesas em postura deve-se utilizar dietas com 0,74% de valina digestível para a maximização de sua função produtiva. O aumento do nível de valina digestível proporcionalmente ao nível de isoleucina digestível pode aumentar o ganho de peso das aves, no entanto a qualidade dos ovos diminui.

**Palavras-chave:** aminoácidos de cadeia ramificada, antagonismo, *Coturnix coturnix japonica*, desempenho produtivo, qualidade dos ovos.

**ABSTRACT**

Seven hundred and twenty Japanese quails, in production phase, were used to evaluate valine digestible levels and the effects of its antagonist, isoleucine, on laying quails productive performance. Experimental units were distributed in a completely randomized design with five different digestible valine levels (0,74; 0,81; 0,88; 0,95 and 1,02%), in two assays (keeping and not keeping proportional relation with isoleucine), eight replicates and eight birds in each replicate. Corn-soybean diets were formulated to provide 2900kcal of metabolizable energy and 18% of crude protein. Birds had free access to the water and experimental diets during all the experimental period. Feed intake, weight gain, production rate, egg weight, egg mass, feed conversion, absolute and relative yolk, albumen and eggshell weight and Haugh unit were recorded and evaluated at the end of the experiment. In conclusion, laying quails diets should have 0,74% of digestible valine to maximize the productive performance. Proportional raising of both amino acids levels, valine and isoleucine, could lead to a positive weight gain, but, at same time, decreases eggs quality.

**Keywords:** antagonism, branched chain amino acids, *Coturnix coturnix japonica*, egg quality, productive performance.

## INTRODUÇÃO

A coturnicultura é uma atividade avícola em expansão, responsável pela geração de emprego e renda em todos os níveis de sua cadeia produtiva (Moura et al., 2010). Características como pequena exigência de espaço, baixo consumo de ração, pequeno intervalo de gerações, maturidade sexual precoce, alta taxa de crescimento inicial e precocidade ao abate tornaram a codorna uma ave excelente para a diversificação da atividade agropecuária (Barreto et al., 2006), além disso, a facilidade de manejo e o baixo investimento inicial estimulam a criação de codornas como fonte de renda alternativa para famílias rurais (Rizzo et al., 2008).

Entre as linhagens disponíveis para a exploração industrial, a codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) é a mais difundida mundialmente, em virtude de sua precocidade e elevada produção de ovos (Albino & Barreto, 2003). Somado a estas características, os produtos da coturnicultura possuem boa aceitação no mercado (Murakami & Arika 1998).

Na produção avícola a alimentação representa de 65 a 75% dos custos variáveis de produção (Silva & Ribeiro, 2001; Pinto et al., 2002) sendo grande parte associado ao atendimento das exigências de aminoácidos, o que torna esses nutrientes de grande importância na escolha de ingredientes para as dietas (Filardi et al., 2006). Esta importância se torna ainda mais relevante quando trata-se de aminoácidos antagônicos, ou seja, quando um aminoácido afeta negativamente a utilização ou absorção de outros aminoácidos mesmo que estes não estejam limitantes na dieta (D'Mello, 2003). Isto se deve ao fato de que os aminoácidos não utilizados pelos animais não são estocados e precisam ser eliminados (Macari et al., 2002). Segundo D'Mello (2003), a degradação dos aminoácidos resulta na produção da amônia que pode ser reutilizada, ou, devido a sua toxicidade, convertida em

ácido úrico, no caso de aves, para ser excretada via rins. Neste contexto, a eliminação do excesso de aminoácidos, além de aumentar o custo da dieta, pois o excesso que foi fornecido será jogado fora, também reduz o desempenho animal, uma vez que há gasto energético na excreção do excesso de nitrogênio, afim de manter a homeostase.

Três aminoácidos, leucina, isoleucina e valina, possuem estruturas muito semelhantes e são chamados de aminoácidos de cadeia ramificada. O antagonismo entre estes aminoácidos já foi estabelecido em galinhas (Ishibashi & Ohta, 1999) e resulta do fato de que, além de compartilharem do mesmo sistema de transporte através das membranas celulares, estes três aminoácidos também são degradados pelas mesmas enzimas (Peganova & Eder, 2002a).

A valina, normalmente o quarto aminoácido limitante para aves, é indispensável para a deposição de proteína corporal e crescimento. Em dietas com baixo nível de proteína, normalmente a valina se torna limitante pois sua concentração nos grãos, como o milho, é menor que no farelo de soja (Corrent & Primot, 2009) e somado a isso, a proteína do milho é rica em leucina, outro aminoácido de cadeia ramificada que possui efeito antagônico sobre a valina (Waldroup, 2007).

Dietas limitantes em valina normalmente reduzem o desempenho produtivo de poedeiras (Harms & Russell, 2001; Peganova & Eder, 2002a). Já efeitos adversos de dietas com excesso de valina só são significantes se a concentração for no mínimo duas vezes e meia o nível recomendado, o que na prática não ocorre, mesmo em dietas de poedeiras com 20% de proteína bruta, como as utilizadas na produção orgânica de ovos para consumo (Peganova & Eder, 2002a).

Em frangos de corte, Campos et al. (2012) verificaram que, na fase inicial (7 a 21 dias de idade), o aumento de valina e isoleucina e relação à lisina proporcionou melhor desempenho produtivo as aves. Neste experimento os autores trabalharam com relações valina:lisina de 70 a 80 e relações isoleucina:lisina de 60 a 70. Estas relações são semelhantes as recomendadas por Rostagno et al. (2011) que preconizam relação valina:lisina de 77 e de isoleucina:lisina de 67. Ao estudarem os efeitos da limitação de valina e isoleucina na dieta de frangos de corte na fase inicial, Corzo et al. (2009), também verificaram que as aves que receberam suplementação de valina, obtiveram desempenho superior àquelas que não receberam suplementação nem de valina nem de isoleucina e também àquelas que receberam suplementação somente de isoleucina.

Desta maneira, objetivou-se neste estudo avaliar o efeito de diferentes níveis de valina e o efeito exercido pelo seu antagonico, a isoleucina, sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos de codornas japonesas em postura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre outubro de 2012 e janeiro de 2013 no setor de avicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), na área experimental de Rive no município de Alegre-ES, (Latitude 20° 45' S – Longitude 41° 28' W) altitude de 150m, clima tropical de monção (Am) com precipitação anual maior que 1500mm e, no mês mais seco, menor que 60 mm. As mensurações das variáveis de qualidade dos ovos foram realizadas no laboratório de bromatologia e nutrição animal da referida instituição.

O aviário onde foi conduzido o experimento foi construído em alvenaria, no sentido leste oeste, com pé direito de três metros, telhas de cerâmica e sistema de arrefecimento da cobertura.

Foram utilizadas gaiolas de arame galvanizado em arranjo do tipo bateria com cinco andares, possuindo comedouro frontal, bebedouro do tipo *nipple* do lado oposto e bandeja de chapa metálica, posicionada na parte inferior de cada andar, para o recolhimento das excretas. Cada gaiola possuía dimensões de 1m de comprimento por 0,33m de largura por 0,15m de altura além de possuir subdivisões internas de forma a constituir três unidades experimentais de 0,33m de comprimento cada uma.

Foram utilizadas 720 codornas japonesas fêmeas com peso médio inicial de 162,0g, aos 45 dias de idade, durante quatro períodos experimentais de 21 dias. As aves receberam a água e a dieta à vontade durante todo o período experimental, sendo que a dieta foi fornecida duas vezes ao dia de forma a se minimizar o desperdício.

A distribuição das aves, nas unidades experimentais, foi feita de acordo com o peso corporal e a produção de ovos. Para isso, antes do período experimental, as aves foram pesadas, distribuídas por faixa de peso e foi feito o controle de produção

durante 14 dias. Após este período, as aves foram redistribuídas nas unidades experimentais conforme a taxa de postura destas, de modo que os desvios das médias da taxa de postura inicial fossem menores que 1%. As unidades experimentais foram então distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com 10 tratamentos, oito repetições e nove aves por unidade experimental.

Foi utilizada dieta a base de milho, farelo de soja e farelo de trigo de forma a conter 3,099% de cálcio, 0,323% de fósforo disponível, 0,155% de sódio, 1,083% de lisina, 0,888% de metionina + cistina, 0,65% de treonina e 0,227% de triptofano digestível, segundo Rostagno et al. (2011), e 18% de PB e 2900 kcal EM/kg de ração.

Para estimar o nível do aminoácido em estudo e também, o possível efeito de seu antagonico, foram feitos dois ensaios cada um com cinco níveis de valina digestível, sendo que o primeiro ensaio possuía cinco tratamentos com níveis crescentes de valina digestível (0,74, 0,81, 0,88, 0,95 e 1,02%) e o nível de isoleucina digestível fixo (0,70%), apresentando relação crescente de valina:isoleucina (1,057, 1,157, 1,257, 1,357, 1,457).

O segundo ensaio possuía mais cinco tratamentos com níveis crescentes de valina digestível e isoleucina digestível, porém no segundo ensaio manteve-se a relação proporcional entre eles (valina digestível: 0,74, 0,81, 0,88, 0,95 e 1,02% e isoleucina digestível: 0,64, 0,70, 0,76, 0,82 e 0,88%), de modo que a relação valina:isoleucina permaneceu em 1,157. O 1º ensaio e o 2º ensaio totalizaram, portanto, 10 tratamentos (Tabela 1). A essas dietas foram adicionadas ácido L-glutâmico de forma manter todas as rações isonitrogênicas.

As dietas experimentais foram formuladas para o menor e maior nível dos aminoácidos estudados, e por meio do método da diluição, descrito por Sakomura &

Rostagno (2007), foram obtidos os níveis intermediários dos aminoácidos (Tabelas 1 e 2). As dietas referentes a cada unidade experimental foram acondicionadas em recipientes plásticos, com tampa e devidamente identificadas.

Tabela 1 – Distribuição dos tratamentos em ensaios conforme seu respectivo nível de valina e isoleucina.

Tratamento		Relação	
% Valina	% Isoleucina	Valina:Lisina	Valina:Isoleucina
Ensaio 1			
0,74	0,70	0,683	1,057
0,81	0,70	0,748	1,157
0,88	0,70	0,813	1,257
0,95	0,70	0,877	1,357
1,02	0,70	0,942	1,457
Ensaio 2			
0,74	0,64	0,683	1,157
0,81	0,70	0,748	1,157
0,88	0,76	0,813	1,157
0,95	0,82	0,877	1,157
1,02	0,88	0,942	1,157



Tabela 2 – Rações basais utilizadas na obtenção dos níveis nutricionais experimentais dos aminoácidos em estudo.

Ingrediente (%)	Ensaio 1		Ensaio 2	
	T1	T5	T6	T10
Milho	52,649	49,698	52,773	49,235
Farelo Soja 45	21,389	26,770	20,979	27,841
Farelo Trigo	10,000	10,000	10,000	10,000
Glúten milho 60	1,698	0,833	1,811	0,100
Far. Carne e Ossos 44	3,426	0,500	3,438	0,500
Calcário	6,888	7,212	6,886	7,212
Fosfato bicálcico	---	0,919	---	0,910
Óleo de Soja	1,051	2,031	1,024	2,181
Sal comum	0,287	0,338	0,287	0,338
L- Lisina HCl	0,396	0,303	0,408	0,277
DL-Metionina	0,395	0,383	0,396	0,389
L-Treonina	0,068	0,038	0,072	0,037
L-Triptofano	0,048	0,025	0,050	0,021
L-Arginina	0,188	0,119	0,198	0,100
L-Valina	---	0,252	0,005	0,252
L-Isoleucina	0,060	0,010	---	0,187
L-Glutâmico	1,000	0,243	1,200	0,014
Carbonato de potássio	0,175	0,043	0,190	---
Aditivos <sup>1,2,3,4</sup>	0,282	0,282	0,282	0,282
TOTAL	100	100	100	100
Composição química calculada				
EM, kcal/ kg	2900	2900	2900	2900
Proteína Bruta, %	18,000	18,400	17,900	18,400
Nitrogênio, %	3,070	3,070	3,070	3,070
Cálcio, %	3,099	3,099	3,099	3,099
P disponível, %	0,323	0,323	0,323	0,323
Fibra Bruta, %	3,013	3,238	2,995	3,281
Sódio, %	0,155	0,155	0,155	0,155
Lisina dig, %	1,083	1,083	1,083	1,083
M+C dig, %	0,888	0,888	0,888	0,888
Treonina dig, %	0,650	0,650	0,650	0,650
Triptofano dig, %	0,227	0,227	0,227	0,227
Arginina dig, %	1,256	1,256	1,256	1,256
Valina dig, %	0,740	1,020	0,740	1,020
Isoleucina dig, %	0,704	0,704	0,640	0,880
Leucina dig, %	1,470	1,470	1,470	1,484
Balanço Eletrolítico mEq/Kg	170,430	170,550	170,210	170,360

<sup>1</sup> Suplemento vitamínico (por kg do produto): vitamina A – 8.000.000 UI; vitamina D3 – 2.000.000 UI; vitamina K3 – 1.800mg; vitamina B1 – 1.500mg; vitamina B12 – 12.000mcg; vitamina B2 – 5.000mg; vitamina B6 – 2.800mg; vitamina E – 15.000 UI; niacina – 35g, biotina – 25mg; ácido pantotênico – 12g; ácido fólico – 750mg; Butil-hidróxi-tolueno – 1.000mg.

<sup>2</sup> Suplemento mineral (por kg do produto): Cu – 20g; Fe – 96g; I – 1.400mg; Mn – 156g; Se – 360mg; Zn – 110g.

<sup>3</sup> Butil-hidróxi-tolueno. <sup>4</sup> Bacitracina de Zinco.

As mensurações de temperatura e umidade dentro do galpão foram registradas por meio de *data logger*, com registro de temperatura e umidade relativa a cada hora do dia.

Foram analisadas variáveis de desempenho e de qualidade de ovos, onde se avaliou: taxa de postura (%), peso médio dos ovos (g), massa de ovos (g de ovos/ave/dia), consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar (g de ração/g de ovo e g de ração/dz de ovos), ganho de peso (g), peso absoluto (g) e relativo (%) da gema, do albúmen e da casca e unidade de Haugh.

A coleta dos ovos foi feita diariamente às 16:00h e a produção de ovos foi obtida em porcentagem/ave/dia. Para a obtenção da massa de ovos, tomou-se a produção de ovos postos/ave/dia, multiplicando-se pelo peso médio dos ovos.

Para a determinação do peso médio dos ovos, da massa de ovo, da conversão alimentar (g de ração/ g de ovo) e dos parâmetros da qualidade de ovos (peso absoluto e relativo da gema, do albúmen e da casca e unidade de Haugh), obteve-se amostra de oito ovos dos três últimos dias de cada período. Estes ovos foram identificados e levados para laboratório para a pesagem em balança com precisão de 0,01g e mensuração da altura do albúmen espesso por meio de paquímetro digital em suporte de tripé. Dos oito ovos, cinco foram quebrados e tiveram a gema separada do albúmen e casca, pesando-se a gema, lavando-se o albúmen das cascas e identificando-as para posterior secagem. Os três ovos restantes foram quebrados em superfície plana, evitando-se o rompimento da gema, com posterior medição do albúmen espesso.

As cascas lavadas e identificadas foram levadas para secagem em estufa a 65°C por 24horas para, então, serem pesadas. O peso do albúmen foi estimado pela diferença entre o peso médio dos ovos e o peso da casca seca e da gema.

Para determinação da unidade de Haugh, utilizou-se equação descrita por Baptista (2002):

$$UH=100 \times \text{Log}(H-1,7 \times W^{0,37} + 7,6)$$

onde H é a altura do albúmen espesso e W o peso do ovo inteiro.

O consumo de ração foi calculado ao término do experimento por meio da diferença entre a ração fornecida e a sobra. Para isso, as aves mortas e as sobras das rações foram pesadas para ajustar o controle do consumo, ganho de peso, postura e conversão alimentar (Sakomura & Rostagno, 2007).

O ganho de peso foi calculado pela diferença entre o peso final médio e o peso inicial médio dos animais.

A conversão alimentar foi obtida por meio da relação entre o consumo diário de ração pela produção média de ovos em g (conversão g/g), e pela produção média diária em dúzias de ovos (conversão kg/dz).

Os dados foram submetidos às análises estatísticas, utilizando-se o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genética) da Universidade Federal de Viçosa (2007), por meio de análise de variância, teste F e regressão (modelos polinomiais) usando o modelo estatístico  $\hat{Y}_{ijk} = \mu + V_i + R_j + V_i/R_j + e_{ijk}$  em que:

$\hat{Y}_{ijk}$ = variável observada na k-ésima repetição, dentro da j-ésima relação e o i-ésimo nível de valina digestível;

$\mu$ = média geral observada;

$V_i$ = efeito do i-ésimo nível de valina na ração, sendo  $i = 0,74, 0,81, 0,88, 0,95$  e  $1,02\%$  de valina digestível;

$R_j$ = efeito da j-ésima relação aminoacídica, sendo  $j$ =relação ou não com isoleucina;

$V_i/R_j$ = efeito do i-ésimo nível de valina dentro da j-ésima relação;

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

Independente do efeito da interação, nível de valina x relação, foi feito o desdobramento de forma a determinar o efeito dos níveis de valina dentro de cada relação estudada, para se obter a recomendação de valina digestível em função de sua relação com a isoleucina.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura e umidade relativa do ar registrada durante o período experimental foi de  $27,3 \pm 3,5$  °C e  $69,5 \pm 12,5\%$ . Segundo Albino & Barreto (2003), as codornas japonesas em fase de produção possuem a zona de conforto térmico entre 19 e 21°C, porém ainda produzem bem mesmo quando as temperaturas compreendem a faixa de 5 a 30°. A umidade relativa recomendada, por outro lado, está relacionada intimamente com os valores de temperatura. Ferreira (2005) cita que alguns trabalhos apontam a temperatura de 32°C e umidade relativa de 50% como sendo o marco divisório para início do estresse calórico. Assim sendo, conforme registrado durante o período experimental os animais permaneceram sob ligeiro estresse por excesso de calor.

Os níveis de valina digestível afetaram significativamente ( $P < 0,05$ ) o ganho de peso, quando manteve-se a relação valina:isoleucina, e as variáveis de conversão alimentar quando não manteve-se tal relação (Tabela 4). As outras variáveis não foram afetadas de forma significativa ( $P > 0,05$ ) pelos diferentes níveis de valina digestível utilizados.

Paula (2011) ao trabalhar com codornas japonesas em postura, com idade inicial de 284 dias, não verificou influência dos níveis de valina digestível estudados (0,75 a 1,00%) sobre as variáveis de desempenho das aves. Segundo este autor, a valina é um importante aminoácido para a deposição proteica, e quando se oferece às aves dietas com quantidades inferiores às exigidas, uma variação no peso corporal é esperada. Desta forma, pode-se inferir que os níveis utilizados nestes experimentos foram suficientes para atender as necessidades mínimas exigidas sem que houvesse dano ao desempenho.

Tabela 4 – Desempenho de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de valina mantendo-se ou não a relação com a isoleucina.

Valina dig (%)	Isoleucina dig (%)	CR (g/ave/dia)	GP (g)	TP (%)	PMO (g)	MO (g/dia)	CAGG (g/g)	CAKD (Kg/dz)
Ensaio 1								
0,74	0,70	25,76	18,88	93,85	11,86	11,12	2,32	0,330
0,81	0,70	25,94	24,22	91,18	12,00	10,94	2,37	0,342
0,88	0,70	25,21	19,67	94,65	11,83	11,19	2,25	0,321
0,95	0,70	25,62	21,44	94,52	11,98	11,32	2,27	0,325
1,02	0,70	25,14	23,09	95,11	11,73	11,15	2,26	0,318
Ensaio 2								
0,74	0,64	25,44	19,95	94,02	11,91	11,18	2,28	0,325
0,81	0,70	25,94	24,22	91,18	12,00	10,94	2,37	0,342
0,88	0,76	25,61	23,95	94,32	12,04	11,36	2,26	0,327
0,95	0,82	25,33	23,97	92,62	11,90	11,02	2,30	0,329
1,02	0,88	25,81	18,70	94,26	12,04	11,35	2,28	0,329
Média Ensaio 1		25,54	21,46	93,86	11,88	11,14	2,29	0,327
Média Ensaio 2		25,63	22,16	93,28	11,98	11,17	2,30	0,330
Ens1 x Ens2		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Ensaio 1		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	P<0,05*	P<0,05*
Ensaio 2		n.s.	P<0,05**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CV (%)		3,10	25,85	3,87	2,74	3,87	3,18	4,29

\* Efeito Linear ; \*\* Efeito Quadrático; n.s.- Não significativo (P>0,05)

<sup>ab</sup>- Médias dos ensaios, seguidas por letras diferentes diferem entre si (P>0,05) pelo teste F.

CR- Consumo de ração ; GP- Ganho de peso; TP- Taxa de postura; PMO- Peso médio do ovo; MO- Massa dos ovos; CAGG- Conversão alimentar por massa de ovo; CAKD- Conversão alimentar quilograma por dúzia de ovos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Peganova & Eder (2002a), que ao avaliarem as exigências de valina digestível para poedeiras semipesadas concluíram que só houve diminuição significativa no peso corporal das aves em níveis inferiores a 0,62% de valina digestível, porém, em níveis superiores, semelhantes aos utilizados neste experimento (0,74 a 0,86% de valina digestível), não foi observado efeito significativo.

Por outro lado, ao se aumentar de forma proporcional o nível de valina com o nível de isoleucina, verificou-se efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) para ganho de peso (GP) (Figura 1). Efeito semelhante foi encontrado por Corzo et al. (2009) que verificaram que a suplementação conjunta de valina e isoleucina proporcionou melhor ganho de peso que a suplementação individual de um desses aminoácidos somente, evidenciando a influência que um aminoácido pode exercer sobre a disponibilidade de seu antagonista. Do mesmo modo, Campos et al. (2012) que ao trabalharem com frangos de corte na fase inicial verificaram que o aumento dos aminoácidos valina e isoleucina em relação à lisina proporcionou melhor desempenho às aves.

Em relação ao consumo de ração (CR), não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) em ambos ensaios. Corzo et al. (2009) encontraram resultados parecidos, ao estudarem dietas limitantes em valina para frangos de corte na fase inicial, os autores não encontraram diferenças no consumo de ração ao suplementarem este aminoácido. Aparentemente os níveis estudados não foram suficientes para gerar o desequilíbrio aminoacídico necessário para alterar a concentração deste aminoácido no plasma sanguíneo capaz de ativar os mecanismos fisiológicos de regulação do apetite, de forma a alterar o consumo (PAULA, 2011).

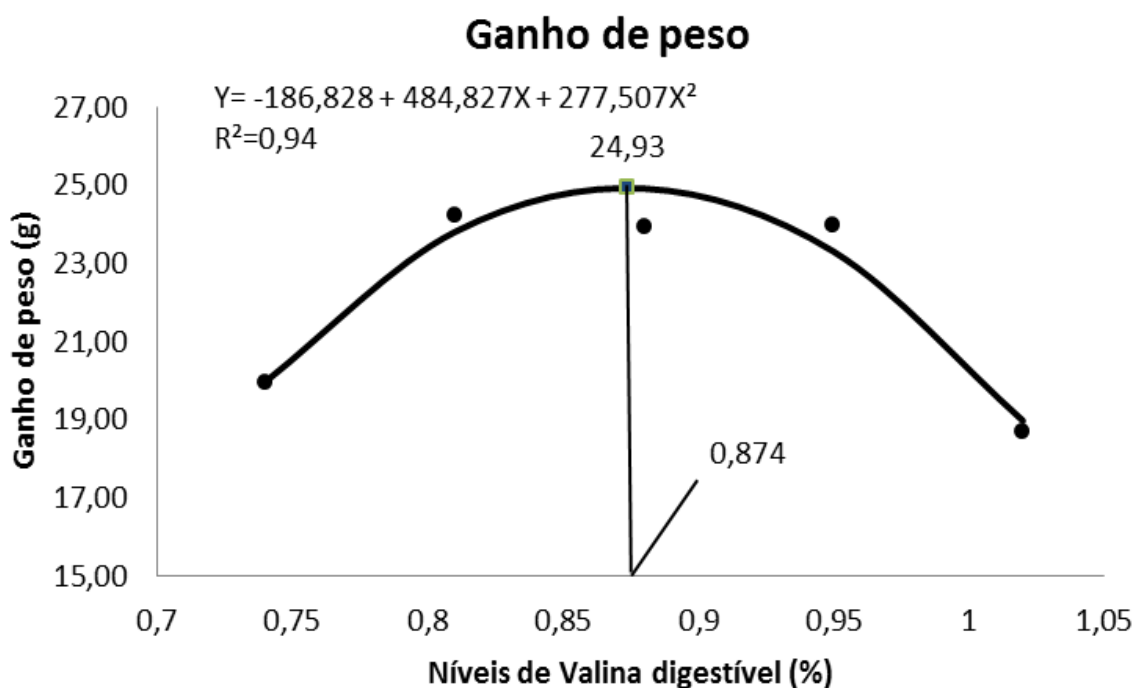


Figura 1 – Efeito dos níveis de valina, quando mantida sua relação com isoleucina, sobre o ganho de peso.

Não foi observado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para as variáveis taxa de postura (TP), peso médio dos ovos (PMO) e massa dos ovos (MO), verificando-se que para codornas japonesas o nível de 0,74% de valina digestível é suficiente para a manutenção da postura e do peso dos ovos.

Valor semelhante ao encontrado por Paula (2011), que em experimento com codornas japonesas, não encontraram diferenças entre os níveis estudados, recomendando portanto o menor nível (0,75%) como suficiente. Porém Lelis (2010) ao estudar as relações valina:lisina digestível em poedeiras semipesadas de 42 a 54 semanas de idade, verificou efeito quadrático com ponto de máxima em 0,9159, correspondendo a um nível de 0,604% de valina digestível. Desta forma, pode-se sugerir que os níveis de valina digestível que são limitantes ao desempenho são inferiores aos recomendados e, portanto, aos níveis utilizados neste estudo.



De fato Peganova & Eder (2002a) ao avaliarem as exigências de valina digestível para poedeiras semipesadas, concluíram que, para estes animais, 0,62% de valina digestível foi suficiente para maximizar todos as variáveis de desempenho, com exceção da conversão alimentar, e que, mesmo em ligeiro excesso (0,86% de valina digestível) não houve prejuízo ao desempenho das aves. Estes mesmo autores demonstraram ainda que efeitos adversos do excesso de valina ocorrem apenas se a concentração deste aminoácidos na dieta for superior a pelo menos duas vezes e meia sua exigência. Além disso, pelo fato da maior parte da valina em dietas experimentais estar na forma livre (cristalina), quando a digestibilidade deste permanece próximo a 100%, assume-se que uma quantidade maior ainda de valina proveniente da proteína da dieta é necessária para causar algum dano ao desempenho.

Para as variáveis de conversão alimentar, tanto por massa de ovo como para quilograma por dúzia (CAGG e CAKD), observou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ) somente quando não manteve-se a relação valina:isoleucina constante (Tabela 4). Estas variáveis apresentaram efeito linear decrescente, ou seja, quanto maior o nível de valina digestível, menor foi a conversão alimentar (Figuras 2 e 3).

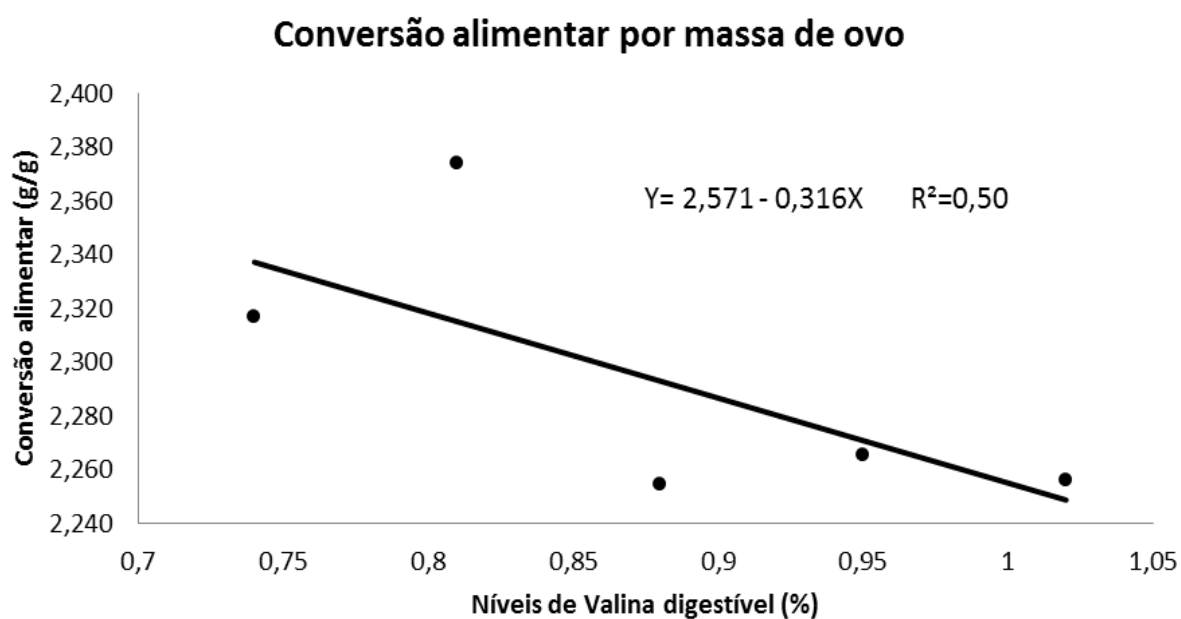


Figura 2 - Efeito dos níveis de valina sobre a conversão alimentar por massa de ovo.

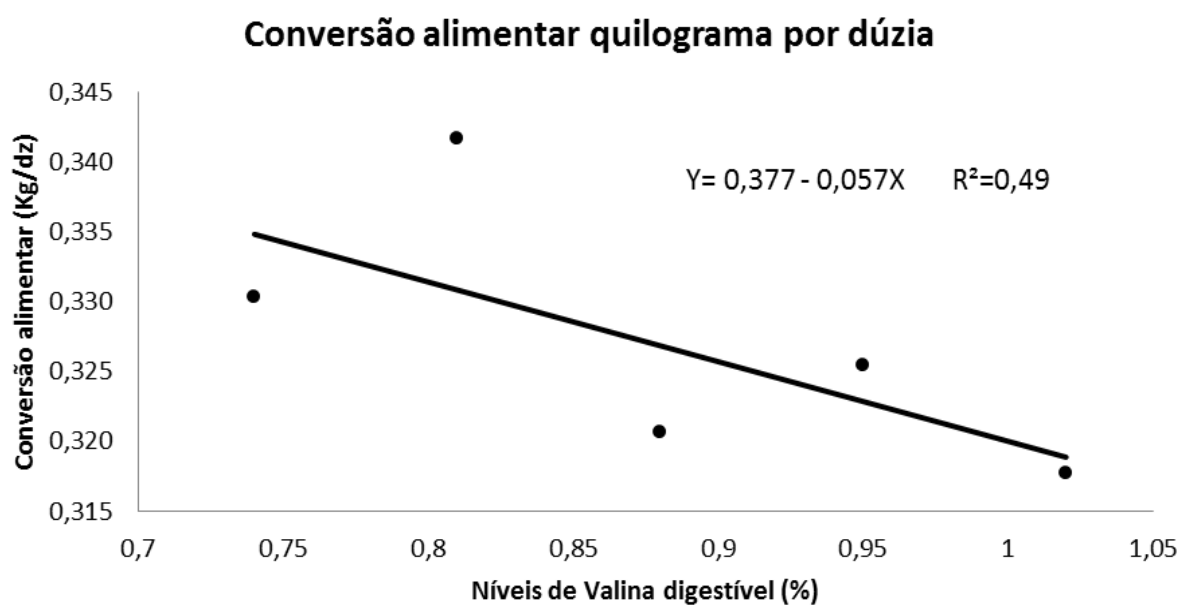


Figura 3 - Efeito dos níveis de valina sobre a conversão alimentar quilograma por dúzia.

Como foi observado efeito linear, não foi possível estabelecer um ponto de mínimo com os níveis trabalhados, entretanto, mesmo os dados possuindo comportamento linear decrescente, recomendada-se o menor nível em estudo (0,74% de valina digestível) uma vez que devido ao baixo  $R^2$  da equação, esta não representa a recomendação de valina digestível. O fato de ter ocorrido melhora na conversão alimentar apenas no ensaio 1, quando se manteve-se o nível de isoleucina fixo, pode ser explicado pelo antagonismo entre esse aminoácido e a valina, ou seja, no ensaio 2 o aumento dos níveis de isoleucina pode ter influenciado negativamente a absorção ou utilização da valina impedindo o aparecimento do mesmo comportamento observado no ensaio 1. Neste contexto, D'Mello (2003) explica que quando se aumenta a concentração de isoleucina digestível na dieta o desempenho pode ser limitado pois as exigências de leucina e de valina também são aumentadas.

Por outro lado, Berres et al. (2010) ao avaliarem frangos de corte, em diferentes fases de vida, utilizando dietas com nível de proteína reduzido e com suplementação de aminoácidos, entre eles valina e isoleucina, observaram que na fase inicial tanto as aves suplementadas com valina quanto as aves suplementadas com valina e isoleucina obtiveram a mesma conversão alimentar. Porém, esta variável foi melhorada ao adicionar a estas dietas ácido glutâmico e/ou glicina. Os autores associaram o baixo desempenho à falta de nitrogênio na dieta para a síntese da glicina e não necessariamente ao antagonismo, uma vez que a glicina é um aminoácido ligado à produção de ácido úrico, sua essencialidade na fase inicial se torna maior devido aos níveis mais elevados de proteína na dieta que em outras fases.

Waldroup et al. (2002) também não observaram efeito de antagonismo ou desequilíbrio, sob a conversão alimentar, ao avaliarem frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de aminoácidos de cadeia ramificada. Os autores concluíram que mesmo que os níveis destes aminoácidos (valina, leucina e isoleucina) estejam acima dos níveis recomendados em dietas práticas, não necessariamente irá ocorrer prejuízo ao desempenho das aves por antagonismo ou desequilíbrio.

Os níveis de valina digestível estudados não produziram efeito significativo ( $P>0,05$ ) para as características qualitativa de ovos (pesos, absolutos e relativos da gema, da casca e do albúmen) (Tabela 5) sendo assim, o menor nível estudado (0,74% de valina digestível) foi suficiente para a manutenção do conteúdo dos ovos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Lelis (2010) que não observaram diferenças nestas características ao estudarem diferentes relações valina:lisina digestível em poedeiras semipesadas. Do mesmo modo, Paula (2011) que, ao estudar níveis de valina digestível sobre o peso (absoluto e relativo) da gema, da clara e da casca dos ovos de codorna japonesa, não verificou diferença significativa, recomendando portanto, 0,75% de valina digestível (menor nível estudado). No entanto, Harms & Russell (2001) verificaram que poedeiras leves alimentadas com dietas contendo menos que 0,63% de valina digestível apresentaram pior conteúdo de ovo do que aves recebendo dietas com níveis de valina digestível acima deste.

Tabela 5 – Aspectos qualitativos de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de valina mantendo-se ou não a relação com a isoleucina.

Valina dig (%)	Isoleucina dig (%)	PGEMA (g)	PCASC (g)	PALBU (g)	PRGEM (%)	PRCAS (%)	PRALB (%)	UH
Ensaio 1								
0,74	0,70	3,87	0,97	7,02	32,64	8,16	59,20	89,57
0,81	0,70	3,81	0,96	7,23	31,73	8,00	60,27	88,72
0,88	0,70	3,76	0,95	7,12	31,78	8,03	60,19	88,07
0,95	0,70	3,88	0,96	7,13	32,41	8,04	59,55	88,07
1,02	0,70	3,76	0,93	7,04	32,06	7,93	60,01	87,26
Ensaio 2								
0,74	0,64	3,74	0,95	7,21	31,40	8,01	60,58	89,52
0,81	0,70	3,81	0,96	7,23	31,73	8,00	60,27	88,72
0,88	0,76	3,77	0,97	7,30	31,31	8,06	60,62	87,90
0,95	0,82	4,13	0,95	7,21	31,44	8,00	60,56	88,07
1,02	0,88	3,92	0,95	7,17	32,58	7,86	59,56	90,39
Média Ensaio 1		3,82	0,95	7,11 <sup>b</sup>	32,12	8,03	59,84 <sup>b</sup>	88,34
Média Ensaio 2		3,87	0,96	7,23 <sup>a</sup>	31,69	7,99	60,32 <sup>a</sup>	88,92
Ens1 x Ens2		n.s.	n.s.	P<0,05	n.s.	n.s.	P<0,1	n.s.
Ensaio 1		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Ensaio 2		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	P<0,05**
CV (%)		4,77	3,98	4,52	3,92	3,03	2,16	2,81

\*\* Efeito Quadrático; n.s.- Não significativo (P>0,05)

<sup>ab</sup>- Médias dos ensaios, seguidas por letras diferentes diferem entre si (P>0,05) pelo teste F.

PGEMA- Peso da gema; PCASC- peso da casca; PALBU- Peso do albúmen; PRGEM- Peso relativo da gema; PRCAS- Peso relativo da casca; PALB- Peso relativo do albúmen; UH- Unidade de Haugh.

Por outro lado, foi verificado efeito significativo com comportamento quadrático para unidade de Haugh (P<0,05) (Tabela 5) quando manteve a relação entre valina e isoleucina. O mesmo apresentou ponto de mínimo 87,84 a nível estimado de 0,873% de valina digestível (Figura 4).

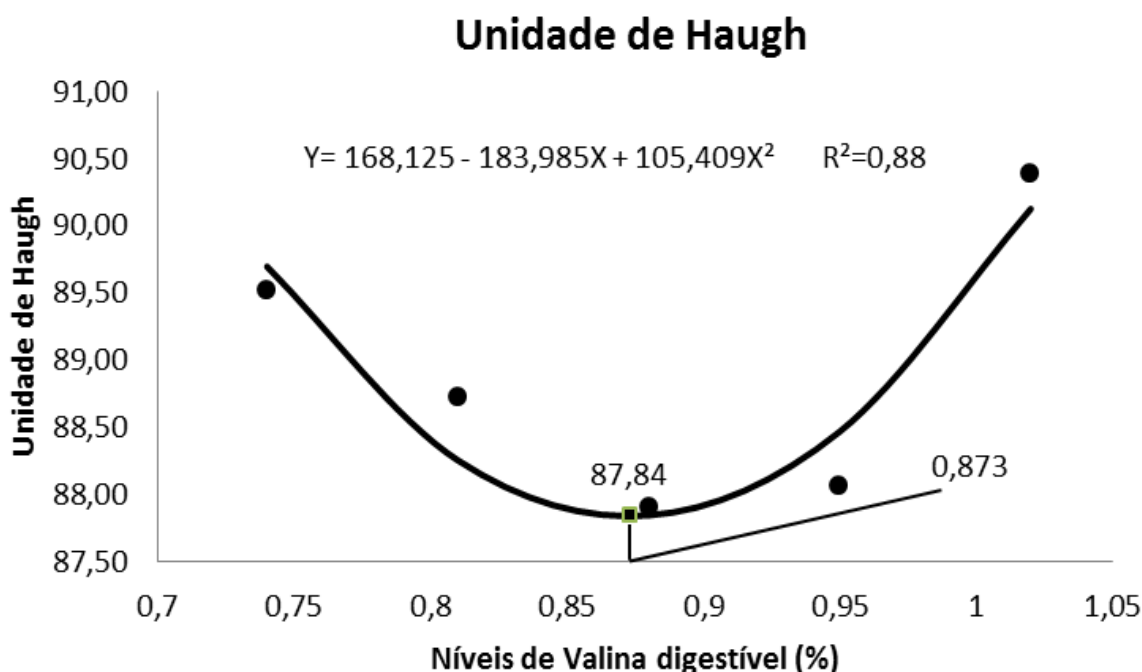


Figura 4 – Efeito dos níveis de valina, quando mantida sua relação com isoleucina, sobre a unidade de Haugh.

A unidade de Haugh é uma fórmula de expressão logarítmica, idealizada para expressar a qualidade do ovo em função do seu peso e da altura da clara, sendo que quanto maior a unidade de Haugh melhor a qualidade do ovo. Comparando-se ovos de igual peso, a melhor qualidade interna corresponde ao ovo com maior altura de albúmen e, comparando-se dois ovos com igual altura de albúmen, tem melhor qualidade aquele que pesa menos (Cotta, 2002). Ishibashi & Ohta (1999) ressaltam que a albumina do ovo é sintetizada principalmente durante três horas antes da ovulação e que, no mesmo período, ocorre aumento do catabolismo muscular. Como os aminoácidos de cadeia ramificada são aminoácidos chave no metabolismo muscular, possuindo papel fundamental no anabolismo e efeito anticatabólico neste tecido (Kobayashi et al., 2006).

É possível que no nível estimado, o aumento da quantidade de vaina e isoleucina digestível, proporcionalmente, melhorou o balanço destes aminoácidos reduzindo o catabolismo muscular para a síntese de albumina do ovo. De fato, o nível encontrado para menor unidade de Haugh (0,873%), ou seja, pior qualidade de ovo encontrada, assemelha-se com o encontrado para o maior ganho de peso (0,874%).

As médias do peso de albúmen (PALBU) e o peso relativo de albúmen (PRALB) foram superiores ( $P < 0,05$ ) quando aumentou-se proporcionalmente os níveis de valina e isoleucina digestível quando comparado ao aumento somente do nível de valina digestível (Tabela 5) demonstrando a importância que a isoleucina possui sobre a síntese de albúmen.

Entretanto Peganova & Eder (2002a) e Peganova & Eder (2002b) ressaltam que mesmo ocorrendo uma leve mudança na composição aminoácida do ovo e nas variáveis da qualidade do albúmen (altura de albúmen e unidade de Haugh) ao alterar-se o nível de valina e isoleucina, modificações significativas no perfil de aminoácidos do ovo só podem ser atingidas ao alterar-se a relação entre gema e albúmen como no caso de alterações substanciais nos níveis de energia e proteína bruta.

## **CONCLUSÕES**

Dietas com 0,74% de valina digestível são suficientes para atender a função produtiva de codornas japonesas em postura. O aumento do nível de valina digestível proporcionalmente ao nível de isoleucina digestível pode aumentar o ganho de peso das aves no entanto, a qualidade dos ovos diminui.



## REFERÊNCIAS

ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003, 268p.

BAPTISTA, R.F. **Avaliação da qualidade interna de ovos de codorna (coturnix coturnix japônica) em função da variação da temperatura de armazenamento**. Niterói, RJ, 2002. 99 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense.

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

BERRES, J.; VIEIRA, S.L.; DOZIER III, W.A. et al. Broiler responses to reduced – protein diets supplemented with valine, isoleucine, glycine and glutamic acid. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.19, n.1, p.68-79, 2010.

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

CORRENT, E.; PRIMOT, Y. **L-valine: release the potential of your feed!**. Ajinomoto Eurolysine S.A.S., 2009. 32p. (Circular técnica, 33).

CORZO, A.; LOAR II, R.E.; KIDD, M.T. Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. **Poultry Science**, v.88, n.1, p.1934-1938, 2009.

COTTA, T. **Galinha: produção de ovos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002, 280p.

D'MELLO, J.P.F. **Amino Acids in Animal Nutrition**. 2<sup>nd</sup> ed. Wallingford: CABI Publishing, 2003, 546p.

FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente: para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2005, 371p.

FILARDI, R.S.; CASARTELLI, E.M.; JUNQUEIRA, O.M. et al. Formulação de rações para poedeiras com base em aminoácidos totais e digestíveis utilizando diferentes estimativas da composição de aminoácidos em alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.768-774, 2006.

HARMS, R.H.; RUSSELL, G.B. Evaluation of valine requirement of the commercial layer using a corn-soybean meal basal diet. **Poultry Science**, v.80, n.1, p.215-218, 2001.

ISHIBASHI, T.; OHTA, Y. Recent advances in amino acid nutrition for efficient poultry production. **Animal Science**, v.12, n.8, p.1298-1309, 1999.

KOBAYASHI, H.; KATO, H.; HIRABAYASHI, Y. et al. Modulations of muscle protein metabolism by branched-chain amino acids in normal and muscle-atrophiying rats. **The journal of nutrition**, v.136, n.1, p.234-236, 2006.

LELIS, G.R. **Atualização da proteína ideal para poedeiras semipesadas: treonina e valina**. Viçosa, MG, 2010. 98 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. 2ª Edição. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 2002, 375p.

MOURA, A.M.A.; FONSECA, J.B.; RABELLO, C.B.V. et al. Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2697-2702, 2010.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. São Paulo: Editora Funep, 1998. 79p.

PAULA, E. **Relações valina e isoleucina com lisina em rações para codornas japonesas em postura**. Viçosa, MG, 2011. 59 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa.

PEGANOVA, S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of valine in laying hens. **Archiv für Geflügelkunde**, v.66, n.6, p.241-250, 2002a.

PEGANOVA, S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of isoleucine in laying hens. **Poultry Science**, v.81, n.1, p.1714-1721, 2002b.

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.

RIZZO, P.V.; GUANDOLINI, G.C.; AMOROSO, L. et al. Triptofano na alimentação de codornas japonesas nas fases de recria e postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1017-1022, 2008.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. 3ª Edição. Viçosa: UFV, 2011, 252p.

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

SILVA, J.H.V.; RIBEIRO, L.G.R. **Tabela nacional de exigência nutricional de codornas japonesas (Coturnix coturnix japônica)**. Bananeiras, PB: DAP/UFPB/Campus IV, 2001. 19p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema para análise estatística e genética**. Versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

WALDROUP, P.W. Do crude protein levels really matter?. In: 15th Annual ASAIM Southeast Asian Feed Technology and Nutrition Workshop. **Anais...** Indonesia: American Soybean Association International Marketing, 2007.

WALDROUP, P.W.; KERESY, J.H.; FRITTS, C.A. Influence of branched-chain amino acid balance in broiler diets. **International Journal of Poultry Science**, v.1, n.5, p.136-144, 2002.

## **CAPÍTULO 2**

### **Níveis de isoleucina digestível para codornas japonesas em postura**

Artigo a ser submetido à publicação na Revista Brasileira de Zootecnia

## 4. Cap. 2 - Níveis de isoleucina digestível para codornas japonesas em postura

### RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar os níveis de isoleucina digestível da dieta de postura e os efeitos de seu antagonico, a valina, sobre o desempenho produtivo de codornas japonesas em produção. Foram utilizadas 720 aves, alocadas em unidades experimentais distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco níveis de isoleucina digestível (0,64; 0,70; 0,76; 0,82 e 0,88%) em dois ensaios (mantendo-se ou não a relação proporcional com a valina), com oito repetições e oito aves por repetição. As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, contendo 2900 kcal de energia metabolizável e 18% de proteína bruta. Ração e água foram fornecidos à vontade durante todo o período experimental. As características avaliadas foram ganho de peso, consumo de ração, taxa de postura, peso médio do ovo, massa dos ovos, conversão alimentar por massa do ovo e por dúzia de ovos, peso relativo e absoluto da gema, do albúmen e da casca, além da unidade de Haugh. Observou-se que para codornas japonesas em postura deve-se utilizar dietas com 0,64% de isoleucina digestível para a maximização de sua função produtiva. O aumento do nível de isoleucina digestível proporcionalmente ao nível de valina digestível pode aumentar o ganho de peso das aves, no entanto a qualidade dos ovos diminui.

**Palavras-chave:** aminoácidos de cadeia ramificada, antagonismo, *Coturnix coturnix japonica*, desempenho, qualidade dos ovos.

**ABSTRACT**

Seven hundred and twenty Japanese quails, in production phase, were used to evaluate isoleucine digestible levels and the effects of its antagonist, valine, on laying quails productive performance. Experimental units were distributed in a completely randomized design with five different digestible isoleucine levels (0,64; 0,70; 0,76; 0,82 e 0,88%), in two assays (keeping and not keeping proportional relation with valine), eight replicates and eight birds in each replicate. Corn-soybean diets were formulated to provide 2900kcal of metabolizable energy and 18% of crude protein. Birds had free access to the water and experimental diets during all the experimental period. Feed intake, weight gain, production rate, egg weight, egg mass, feed conversion, absolute and relative yolk, albumen and eggshell weight and Haugh unit were recorded and evaluated at the end of the experiment. In conclusion, laying quails diets should have 0,64% of digestible isoleucine to maximize the productive performance. Proportional raising of both amino acids levels, isoleucine and valine, could lead to a positive weight gain, but, at same time, decreases eggs quality.

**Keywords:** antagonism, branched chain amino acids, *Coturnix coturnix japonica*, egg quality, productive performance.



## INTRODUÇÃO

A avicultura no Brasil tem despontado no cenário mundial. O país é hoje o terceiro maior produtor e o maior exportador de carne de frango do mundo (UBABEF, 2012). Dentro da avicultura, uma atividade que tem se tornado alternativa interessante é a coturnicultura. Dados mostram crescimento de 19,8% no plantel de codornas no período de 2010 a 2011 (Brasil, 2011). Assim, a atividade outrora considerada doméstica consolida-se como exploração comercial.

Costa et al. (2008) afirmam que a produção torna-se ainda maior pelo fato de as codornas apresentarem precocidade na maturidade sexual, crescimento rápido e elevada produção de ovos, o que tem motivado pesquisadores à busca por melhorias no desempenho e à avaliação das exigências nutricionais dessas aves, uma vez que é comum a utilização de rações para galinhas poedeiras na alimentação de codornas.

De fato, um dos pontos de estrangulamento da atividade é a insipiência de dados concretos sobre as exigências nutricionais de codornas, em particular às exigências aminoacídicas (Moura et al., 2007) uma vez que animais não-ruminantes são caracterizados pela necessidade de receberem quantidades específicas de aminoácidos na dieta (Bertechini, 2006). Uma parcela significativa destes aminoácidos é fornecida pela proteína da dieta porém, durante muito tempo as dietas foram formuladas com base no conceito de proteína bruta (Araújo et al., 2001), sem levar em consideração o balanço de aminoácidos, gerando muitas vezes deficiência ou excesso de alguns aminoácidos.

De acordo com Bertechini (2006), um dos métodos utilizados para suprir a deficiência de aminoácidos seria a formulação da dieta com excesso de proteína pois desta maneira os níveis dos aminoácidos também seriam aumentados

superando as necessidades dos aminoácidos limitantes. No entanto, o mesmo autor ressalta que, além deste método acarretar maior custo da dieta, o consumo de rações com conteúdo de aminoácidos desproporcionais às necessidades metabólicas leva a alterações fisiológicas com efeitos metabólicos que influenciam no comportamento alimentar e, conseqüentemente, no desempenho destes animais, aumentando ainda a contaminação ambiental.

Segundo Calderano et al. (2012), na produção avícola o uso de rações desbalanceadas é agravante na geração de resíduos, principalmente nas áreas geográficas de maior concentração animal. Além disso dependendo da quantidade de amônia presente no ar a saúde e a produção das aves podem ser prejudicadas. Somado a isso um dos maiores problemas dos sistemas de produção modernos é a poluição produzida pela pecuária, incluindo a poluição da água e a deposição de outros resíduos animais (Ishibashi & Ohta, 1999).

A partir da fabricação de aminoácidos industriais em larga escala tornou-se prático a complementação dos níveis destes nas dietas para atender as recomendações exigidas, permitindo assim a redução do nível protéico na ração, aumentando desta forma a eficiência de uso dos nutrientes e energia pelo animal e a redução da concentração de nitrogênio liberado no meio ambiente.

A redução da quantidade de proteína bruta e do excesso de aminoácidos da dieta é o método mais óbvio para reduzir a excreção de nitrogênio por meio da diminuição da quantidade de amônia que pode ser formada e volatilizada. No entanto, existe dificuldade para se determinar até que ponto a redução de nitrogênio pode ser realizada (Applegate & Angel, 2008), já que a redução progressiva do teor de proteína na dieta pode conduzir a uma situação em que outros aminoácidos, que normalmente não são limitantes em dietas com níveis protéicos normalmente

utilizados, tornem-se limitantes ao desempenho das aves (Calderano et al. 2012). Entre estes incluem-se os aminoácidos de cadeia ramificada valina e isoleucina (Harms & Russell, 2000; Peganova & Eder, 2002a).

Ainda no caso dos aminoácidos de cadeia ramificada, tem-se um agravante pois conforme o nível da redução de proteína bruta, uma grande porcentagem da proteína total da dieta passa a ser derivada do milho ao invés do farelo de soja. A proteína do milho, entretanto, é rica em leucina e pobre em isoleucina e valina e o excesso de leucina possui forte ação antagônica sobre isoleucina e valina, especialmente se estes dois aminoácidos encontram-se deficientes (Waldroup, 2007).

No entanto Burnham et al. (1992) ao trabalharem com frangos de corte verificaram que caso haja suplementação de isoleucina, de modo que o nível deste aminoácido atenda as necessidades nutricionais da ave, o excesso de leucina não afeta negativamente o crescimento das aves. Porém a diminuição nos níveis de isoleucina, gerando dietas deficientes neste aminoácido, reduzem o ganho de peso nestes animais.

Desta maneira, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de isoleucina e o efeito exercido pelo seu antagônico, a valina, sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos de codornas japonesas em postura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre outubro de 2012 e janeiro de 2013 no setor de avicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), na área experimental de Rive no município de Alegre-ES, (Latitude 20° 45' S – Longitude 41° 28' W) altitude de 150m, clima tropical de monção (Am) com precipitação anual maior que 1500mm e, no mês mais seco, menor que 60 mm. As mensurações das variáveis de qualidade dos ovos foram realizadas no laboratório de bromatologia e nutrição animal da referida instituição.

O aviário onde foi conduzido o experimento foi construído em alvenaria, no sentido leste oeste, com pé direito de três metros, telhas de cerâmica e sistema de arrefecimento da cobertura.

Foram utilizadas gaiolas de arame galvanizado em arranjo do tipo bateria com cinco andares, possuindo comedouro frontal, bebedouro do tipo *nipple* do lado oposto e bandeja de chapa metálica, posicionada na parte inferior de cada andar, para o recolhimento das excretas. Cada gaiola possuía dimensões de 1m de comprimento por 0,33m de largura por 0,15m de altura além de possuir subdivisões internas de forma a constituir três unidades experimentais de 0,33m de comprimento cada uma.

Foram utilizadas 720 codornas japonesas fêmeas com peso médio inicial de 162,0g, aos 45 dias de idade, durante quatro períodos experimentais de 21 dias. As aves receberam a água e a dieta à vontade durante todo o período experimental, sendo que a dieta foi fornecida duas vezes ao dia de forma a se minimizar o desperdício.

A distribuição das aves, nas unidades experimentais, foi feita de acordo com o peso corporal e a produção de ovos. Para isso, antes do período experimental, as aves foram pesadas, distribuídas por faixa de peso e foi feito o controle de produção

durante 14 dias. Após este período, as aves foram redistribuídas nas unidades experimentais conforme a taxa de postura destas, de modo que os desvios das médias da taxa de postura inicial fossem menores que 1%. As unidades experimentais foram então distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com 10 tratamentos, oito repetições e nove aves por unidade experimental.

Foi utilizada dieta a base de milho, farelo de soja e farelo de trigo de forma a conter 3,099% de cálcio, 0,323% de fósforo disponível, 0,155% de sódio, 1,083% de lisina, 0,888% de metionina + cistina, 0,65% de treonina e 0,227% de triptofano digestível, segundo Rostagno et al. (2011), e 18% de PB e 2900 kcal EM/kg de ração.

Para estimar o nível do aminoácido em estudo e, também, o possível efeito de seu antagonico, foram feitos dois ensaios cada um com cinco níveis de isoleucina digestível, sendo que o primeiro ensaio possuía cinco tratamentos com níveis crescentes de isoleucina digestível (0,64, 0,70, 0,76, 0,82 e 0,88%) e o nível de valina digestível fixo (0,81%), apresentando relação crescente de isoleucina:valina (0,79, 0,864, 0,938, 1,012, 1,086).

O segundo ensaio possuía mais cinco tratamentos com níveis crescentes de isoleucina digestível e valina digestível, porém no segundo ensaio manteve-se a relação proporcional entre eles (isoleucina digestível: 0,64, 0,70, 0,76, 0,82 e 0,88% e valina digestível: 0,74, 0,81, 0,88, 0,95 e 1,02%), de modo que a relação isoleucina:valina permaneceu em 0,864. O 1º ensaio e o 2º ensaio totalizaram, portanto, 10 tratamentos (Tabela 1). A essas dietas foram adicionadas ácido L-glutâmico de forma manter todas as rações isonitrogênicas.

As dietas experimentais foram formuladas para o menor e maior nível dos aminoácidos estudados, e por meio do método da diluição, descrito por Sakomura & Rostagno (2007), foram obtidos os níveis intermediários dos aminoácidos (Tabelas 1 e 2). As dietas referentes a cada unidade experimental foram acondicionadas em recipientes plásticos, com tampa e devidamente identificadas.

Tabela 1 – Distribuição dos tratamentos em ensaios conforme seu respectivo nível de valina e isoleucina.

Tratamento		Relação	
% Isoleucina	% Valina	Isoleucina:Lisina	Isoleucina:Valina
Ensaio 1			
0,64	0,81	0,591	0,79
0,70	0,81	0,646	0,864
0,76	0,81	0,702	0,938
0,82	0,81	0,757	1,012
0,88	0,81	0,813	1,086
Ensaio 2			
0,64	0,74	0,591	0,864
0,70	0,81	0,646	0,864
0,76	0,88	0,702	0,864
0,82	0,95	0,757	0,864
0,88	1,02	0,813	0,864

Tabela 2 – Rações basais utilizadas na obtenção dos níveis experimentais dos aminoácidos em estudo.

Ingrediente (%)	Ensaio 1		Ensaio 2	
	T1	T5	T6	T10
Milho	52,830	49,182	52,773	49,235
Farelo Soja 45	20,977	27,844	20,979	27,841
Farelo Trigo	10,000	10,000	10,000	10,000
Glúten milho 60	1,807	0,310	1,811	0,100
Far. Carne e Ossos 44	3,438	0,500	3,438	0,500
Calcário	6,886	7,212	6,886	7,212
Fosfato bicálcico	---	0,911	---	0,910
Óleo de Soja	0,985	2,222	1,024	2,181
Sal comum	0,287	0,337	0,287	0,338
L- Lisina HCl	0,408	0,278	0,408	0,277
DL-Metionina	0,396	0,389	0,396	0,389
L-Treonina	0,072	0,037	0,072	0,037
L-Triptofano	0,073	0,021	0,050	0,021
L-Arginina	0,198	0,100	0,198	0,100
L-Valina	0,076	0,038	0,005	0,252
L-Isoleucina	---	0,187	---	0,187
L-Glutâmico	1,091	0,310	1,200	0,014
Carbonato de potássio	0,192	---	0,190	---
Aditivos <sup>1,2,3,4</sup>	0,282	0,282	0,282	0,282
TOTAL	100	100	100	100
Composição química calculada				
EM, kcal/ kg	2900	2900	2900	2900
Proteína Bruta, %	17,900	18,400	17,900	18,400
Nitrogênio, %	3,070	3,070	3,070	3,070
Cálcio, %	3,099	3,099	3,099	3,099
P disponível, %	0,323	0,323	0,323	0,323
Fibra Bruta, %	2,996	3,278	2,995	3,281
Sódio, %	0,155	0,155	0,155	0,155
Lisina dig, %	1,083	1,083	1,083	1,083
M+C dig, %	0,888	0,888	0,888	0,888
Treonina dig, %	0,650	0,650	0,650	0,650
Triptofano dig, %	0,227	0,227	0,227	0,227
Arginina dig, %	1,256	1,256	1,256	1,256
Valina dig, %	0,810	0,810	0,740	1,020
Isoleucina dig, %	0,640	0,880	0,640	0,880
Leucina dig, %	1, 470	1,470	1,470	1,484
Balanço Eletrolítico mEq/Kg	170,530	170,210	170,210	170,360

<sup>1</sup> Suplemento vitamínico (por kg do produto): vitamina A – 8.000.000 UI; vitamina D3 – 2.000.000 UI; vitamina K3 – 1.800mg; vitamina B1 – 1.500mg; vitamina B12 – 12.000mcg; vitamina B2 – 5.000mg; vitamina B6 – 2.800mg; vitamina E – 15.000 UI; niacina – 35g, biotina – 25mg; ácido pantotênico – 12g; ácido fólico – 750mg; Butil-hidróxi-tolueno – 1.000mg.

<sup>2</sup> Suplemento mineral (por kg do produto): Cu – 20g; Fe – 96g; I–1.400mg; Mn – 156g; Se –360mg; Zn – 110g.

<sup>3</sup> Butil-hidróxi-tolueno. <sup>4</sup> Bacitracina de Zinco.

As mensurações de temperatura e umidade dentro do galpão foram registradas por meio de *data logger*, com registro de temperatura e umidade relativa a cada hora do dia.

Foram analisadas variáveis de desempenho e de qualidade de ovos, onde se avaliou: taxa de postura (%), peso médio dos ovos (g), massa de ovos (g de ovos/ave/dia), consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar (g de ração/g de ovo e g de ração/dz de ovos), ganho de peso (g), peso absoluto (g) e relativo (%) da gema, do albúmen e da casca e unidade de Haugh.

A coleta dos ovos foi feita diariamente às 16:00h e a produção de ovos foi obtida em porcentagem/ave/dia. Para a obtenção da massa de ovos, tomou-se a produção de ovos postos/ave/dia, multiplicando-se pelo peso médio dos ovos.

Para a determinação do peso médio dos ovos, da massa de ovo, da conversão alimentar (g de ração/ g de ovo) e dos parâmetros da qualidade de ovos (peso absoluto e relativo da gema, do albúmen e da casca e unidade de Haugh), obteve-se amostra de oito ovos dos três últimos dias de cada período. Estes ovos foram identificados e levados para laboratório para a pesagem em balança com precisão de 0,01g e mensuração da altura do albúmen espesso por meio de paquímetro digital em suporte de tripé. Dos oito ovos, cinco foram quebrados e tiveram a gema separada do albúmen e casca, pesando-se a gema, lavando-se o albúmen das cascas e identificando-as para posterior secagem. Os três ovos restantes foram quebrados em superfície plana, evitando-se o rompimento da gema, com posterior medição do albúmen espesso.

As cascas lavadas e identificadas foram levadas para secagem em estufa a 65°C por 24horas para, então, serem pesadas. O peso do albúmen foi estimado pela diferença entre o peso médio dos ovos e o peso da casca seca e da gema.



Para determinação da unidade de Haugh, utilizou-se equação descrita por Baptista (2002):

$$UH=100 \times \text{Log}(H-1,7 \times W^{0,37}+7,6)$$

onde H é a altura do albúmen espesso e W o peso do ovo inteiro.

O consumo de ração foi calculado ao término do experimento por meio da diferença entre a ração fornecida e a sobra. Para isso, as aves mortas e as sobras das rações foram pesadas para ajustar o controle do consumo, ganho de peso, postura e conversão alimentar (Sakomura & Rostagno, 2007).

O ganho de peso foi calculado pela diferença entre o peso final médio e o peso inicial médio dos animais.

A conversão alimentar foi obtida por meio da relação entre o consumo diário de ração pela produção média de ovos em g (conversão g/g), e pela produção média diária em dúzias de ovos (conversão kg/dz).

Os dados foram submetidos às análises estatísticas, utilizando-se o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genética) da Universidade Federal de Viçosa (2007), por meio de análise de variância, teste F e regressão (modelos polinomiais) usando o modelo estatístico  $\hat{Y}_{ijk} = \mu + V_i + R_j + V_i/R_j + e_{ijk}$  em que:

$\hat{Y}_{ijk}$ = variável observada na k-ésima repetição, dentro da j-ésima relação e o i-ésimo nível de isoleucina;

$\mu$ = média geral observada;

$V_i$ = efeito do i-ésimo nível de isoleucina na ração, sendo  $i = 0,64, 0,70, 0,76, 0,82$  e  $0,88\%$  de isoleucina;

$R_j$ = efeito da j-ésima relação aminoacídica, sendo  $j$ =relação ou não com valina;

$V_i/R_j$ = efeito do i-ésimo nível de isoleucina dentro da j-ésima relação;

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

Independente do efeito da interação, nível de isoleucina x relação, foi feito o desdobramento de forma a determinar o efeito dos níveis de isoleucina dentro de cada relação estudada, para se obter a recomendação de isoleucina digestível em função de sua relação com valina.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura e umidade relativa do ar registrada durante o período experimental foi de  $27,3 \pm 3,5$  °C e  $69,5 \pm 12,5\%$ . Segundo Albino & Barreto (2003), as codornas japonesas em fase de produção possuem a zona de conforto térmico entre 19 e 21°C, porém ainda produzem bem mesmo quando as temperaturas compreendem a faixa de 5 a 30°. A umidade relativa recomendada, por outro lado, está relacionada intimamente com os valores de temperatura. Ferreira (2005) cita que alguns trabalhos apontam a temperatura de 32°C e umidade relativa de 50% como sendo o marco divisório para início do estresse calórico. Assim sendo, conforme registrado durante o período experimental os animais permaneceram sob ligeiro estresse por excesso de calor.

Os níveis de isoleucina digestível afetaram significativamente o ganho de peso, quando manteve-se a relação isoleucina:valina constante ( $P < 0,05$ ). As outras variáveis de desempenho não foram afetadas de forma significativa ( $P > 0,05$ ) pelos diferentes níveis de isoleucina digestível utilizados (Tabela 4).

Quando variou-se a isoleucina, mantendo a valina fixa, observou-se efeito não significativo ( $P > 0,05$ ) sobre o ganho de peso das aves. Resultados parecidos para ganho de peso foram encontrados por Paula (2011) que ao trabalhar com codornas japonesas com 68 dias de idade, verificou que os níveis de isoleucina digestível estudados (0,65, 0,70, 0,75, 0,80, 0,85 e 0,90%) não influenciaram na variação de peso corporal dos animais quando se manteve o nível de valina fixo.

Tabela 4 – Desempenho de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de isoleucina mantendo-se ou não a relação com a valina.

Isoleucina dig (%)	Valina dig (%)	CR (g/ave/dia)	GP (g)	TP (%)	PMO (g)	MO (g/dia)	CAGG (g/g)	CAKD (Kg/dz)
Ensaio 1								
0,64	0,81	25,70	17,63	94,13	12,02	11,31	2,27	0,328
0,7	0,81	25,94	24,22	91,18	12,00	10,94	2,37	0,342
0,76	0,81	25,94	23,11	94,76	12,22	11,58	2,24	0,329
0,82	0,81	25,33	21,50	92,21	12,17	11,22	2,26	0,330
0,88	0,81	25,69	24,17	93,06	12,18	11,34	2,27	0,332
Ensaio 2								
0,64	0,74	25,44	19,95	94,02	11,91	11,18	2,28	0,325
0,7	0,81	25,94	24,22	91,18	12,00	10,94	2,37	0,342
0,76	0,88	25,61	23,95	94,32	12,04	11,36	2,26	0,327
0,82	0,95	25,33	23,97	92,62	11,90	11,02	2,30	0,329
0,88	1,02	25,81	18,70	94,26	12,04	11,35	2,28	0,329
Média Ensaio 1		25,72	22,13	93,07	12,12 <sup>a</sup>	11,28	2,28	0,332
Média Ensaio 2		25,63	22,16	93,28	11,98 <sup>b</sup>	11,17	2,30	0,330
Ens1 x Ens2		n.s.	n.s.	n.s.	P<0,05	n.s.	n.s.	n.s.
Ensaio 1		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Ensaio 2		n.s.	P<0,05**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CV (%)		3,254	25,840	3,553	2,889	4,178	3,480	4,223

\*\* Efeito Quadrático; n.s.- Não significativo (P>0,05)

<sup>ab</sup>- Médias dos ensaios, seguidas por letras diferentes diferem entre si (P>0,05) pelo teste F.

CR- Consumo de ração; GP- Ganho de peso; TP- Taxa de postura; PMO- Peso médio dos ovos; MO- Massa dos ovos; CAGG- Conversão alimentar por massa de ovo; CAKD- Conversão alimentar quilograma por dúzia.

Entretanto, Harms & Russell (2000) ao trabalharem com poedeiras leves com 36 semanas de idade verificaram que as aves que receberam dietas contendo 0,49% de isoleucina digestível obtiveram pior ganho de peso que as aves que receberam níveis maiores que estes.

Do mesmo modo, Shivazad et al. (2002) em experimento com poedeiras leves com 35 semanas de idades, encontraram resultados semelhantes. Estes autores concluíram que os níveis de isoleucina digestível estudados (0,39, 0,42, 0,45, 0,48, 0,51, 0,54, 0,57 e 0,60%) influenciaram de forma negativa no ganho de peso dos animais, quando foi utilizado níveis abaixo de 0,48% de isoleucina digestível. Isto mostra o quanto este aminoácido é indispensável para a manutenção do tecido corporal. Quando aumentou-se de forma proporcional os níveis de valina no presente trabalho, foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) no ganho de peso com ponto de máximo em 24,93g ao nível estimado de 0,754% de isoleucina digestível (Figura 1).

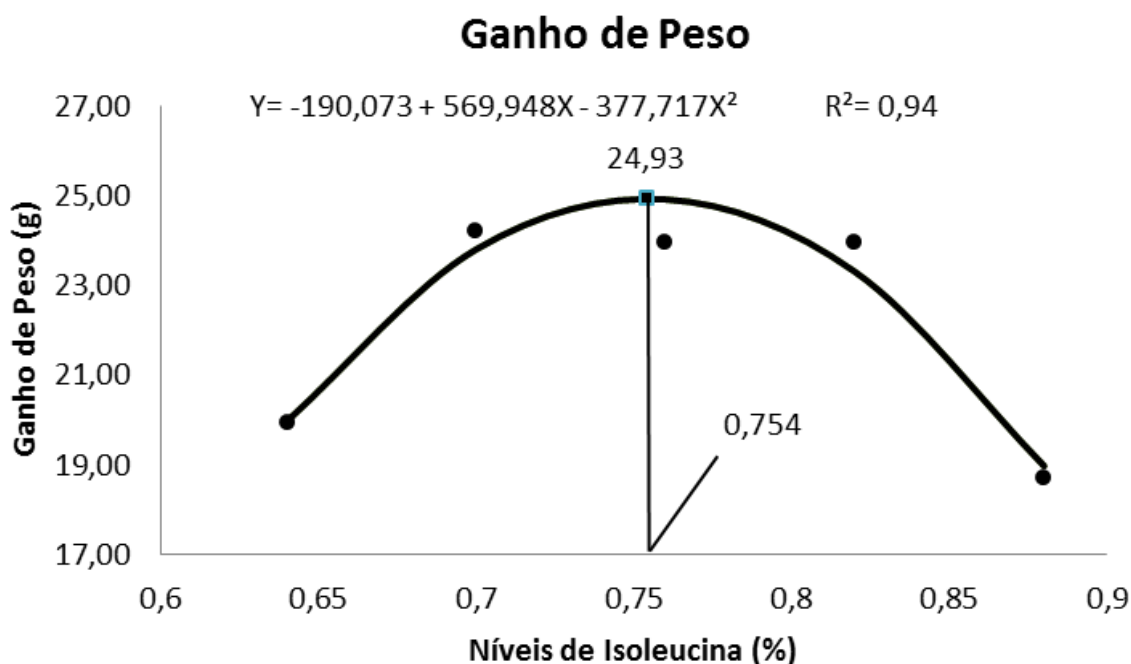


Figura 1 – Efeito dos níveis de isoleucina, quando mantida sua relação com valina, sobre o ganho de peso.

Do mesmo modo, em experimento com frangos de corte, Corzo et al. (2009) observaram que as aves que foram suplementadas com valina ou isoleucina individualmente obtiveram pior ganho de peso que as aves que foram alimentadas com dietas contendo suplementação desses dois aminoácidos simultaneamente, evidenciando que um aminoácido pode exercer efeito sobre a disponibilidade de seu antagonista.

Os níveis de isoleucina estudados não influenciaram de forma significativa ( $P > 0,05$ ) o consumo de ração. Peganova & Eder (2002b), ao trabalharem com poedeiras semipesadas, verificaram que o peso corporal é mais sensível aos níveis de isoleucina digestível que o consumo de ração, sugerindo que o excesso de isoleucina gera deficiência de outros aminoácidos, provavelmente valina e leucina. Este resultado também foi obtido por Campos et al. (2012) que ao trabalharem com

frangos de corte em três relação isoleucina:lisina não observaram efeito deste aminoácido sobre o consumo de ração. Harms & Russell (2000), ao trabalharem com poedeiras leves de 36 semanas de idade, também não encontraram efeito significativo no consumo de ração nos diferentes níveis de isoleucina digestível estudados (0,49, 0,52, 0,55, 0,58, 0,61 e 0,67).

Paula (2011) também não verificou efeitos dos níveis de isoleucina digestível estudados (0,65, 0,70, 0,75, 0,80, 0,85 e 0,90%) sobre o consumo de ração por codornas japonesas e concluiu que o aumento dos níveis de isoleucina não foram suficientes para produzir desequilíbrio aminoacídico que resultasse na alteração do perfil plasmático que ativasse os mecanismos reguladores do apetite.

Não foi observado efeito significativo ( $P>0,05$ ) para as variáveis taxa de postura (TP), peso médio dos ovos (PMO), massa dos ovos (MO) e para as variáveis de conversão alimentar tanto por massa de ovo como para quilograma por dúzia (CAGG e CAKD) (Tabela 4), verificando-se que para para estas variáveis o nível de 0,64% de isoleucina digestível é satisfatório.

Mello et al. (2012) também não observaram diferenças no desempenho de poedeiras leves, com 42 semanas de idades, em diferentes relações isoleucina:lisina (0,73, 0,78, 0,083, 0,88, 0,93, 0,98), recomendando para esta categoria a relação isoleucina:lisina de 0,73:1.

Diferentemente Paula (2011) encontrou efeito significativo para taxa de postura, peso médio de ovos e conversão alimentar, por massa e por dúzia de ovos ao trabalhar com codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de isoleucina digestível (0,65, 0,70, 0,75, 0,80, 0,85 e 0,90%). A taxa de postura apresentou efeito quadrático com ponto de mínimo (82,0%) ao nível de 0,75% de isoleucina digestível. A autora associou esse comportamento ao

antagonismo existente entre a isoleucina e os outros aminoácido de cadeia ramificada, leucina e valina, que poderiam ter afetado a disponibilidade da isoleucina neste nível comprometendo o desempenho.

O antagonismo existente entre aminoácidos pode ter afetado o peso médio dos ovos neste experimento pois, mesmo não tendo sido encontrado efeito significativo para esta variável entre os diferentes níveis de isoleucina, foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) quando alterou a relação entre os aminoácidos para esta variável (Tabela 4), de modo que o aumento dos níveis de isoleucina digestível obteve melhor resultado quando não foram aumentados proporcionalmente os níveis da isoleucina e valina digestível.

Harms & Russell (2000) ao trabalharem com poedeiras leves de 36 semanas de idade, apesar de encontrarem reduções significativas na taxa de postura das aves alimentadas com dietas contendo menos de 0,52% de isoleucina digestível, não observaram efeito algum sobre o peso médio dos ovos assim como observado neste experimento.

Resultados semelhantes foram encontrados por Shivazad et al. (2002) que verificaram que os níveis de isoleucina digestível influenciaram negativamente a taxa de postura de poedeiras leves com 35 semanas de idades, quando foram fornecidas dietas com níveis deste aminoácido abaixo de 0,51%. Entretanto, estes autores verificaram que houve redução do peso médio dos ovos e da massa de ovo somente em níveis inferiores a 0,51%.

Peganova & Eder (2002b), estudando níveis de isoleucina sobre o desempenho de poedeiras semipesadas de 24 a 32 semanas de idade, verificaram efeito quadrático para massa de ovo recomendando níveis entre 0,40 e 0,57% de isoleucina digestível. Entretanto, de modo semelhante a este experimento, estes



autores não identificaram efeito significativo dos níveis de isoleucina digestível para conversão alimentar das aves, mesmo trabalhando em um intervalo bem amplo (0,37 a 0,81%).

Diferindo deste resultados, Campos et al. (2012) encontrou efeito linear do níveis de isoleucina, com melhora da conversão alimentar de frangos de corte ao se aumentar as relações isoleucina:lisina (60, 65, 70) na fase de 7 a 21 dias e (58, 67, 76) na fase de 28 a 42 dias. Este efeito também foi observado por Park & Austic (2000) ao estudarem níveis de isoleucina digestível (0,50, 0,56, 0,62, 0,68, 0,74, 0,80 e 0,86%) sobre a conversão alimentar de frangos de corte.

Os níveis de isoleucina digestível estudados não produziram efeito significativo ( $P>0,05$ ) para as características qualitativa de ovos (pesos, absolutos e relativos da gema, da casca e do albúmen) (Tabela 5) sendo assim, o menor nível estudado (0,64% de isoleucina digestível) foi satisfatório para a manutenção do conteúdo dos ovos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Paula (2011) que, ao estudar diferentes níveis de isoleucina (0,65, 0,70, 0,75, 0,80, 0,85, 0,90%), verificaram que os níveis de isoleucina digestível não influenciaram os pesos (absolutos e relativos) da gema, da clara e da casca dos ovos de codorna japonesa, recomendando assim 0,65% de isoleucina digestível.

Peganova & Eder (2002b) explicam que em poedeiras a síntese da proteína do ovo é menos sensível às deficiências ou excessos de isoleucina que a síntese de proteína corporal, indicando a prioridade deste animais na síntese de proteína do ovo. No entanto Harms & Russell (2000) relatam em seus estudos, que poedeiras leves alimentadas com dietas contendo menos de 0,49% de isoleucina digestível

apresentaram pior conteúdo de ovo do que aves recebendo dietas com níveis superiores deste aminoácido.

Tabela 5 – Aspectos qualitativos de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de isoleucina mantendo-se ou não a relação com a valina.

Isoleucina dig (%)	Valina dig (%)	PGEMA (g)	PCASC (g)	PALBU (g)	PRGEM (%)	PRCAS (%)	PRALB (%)	UH
Ensaio 1								
0,64	0,81	3,79	0,940	7,29	31,52	7,82	60,66	87,76
0,7	0,81	3,81	0,959	7,23	31,73	8,00	60,27	88,72
0,76	0,81	3,84	0,966	7,41	31,47	7,91	60,62	87,88
0,82	0,81	3,87	0,965	7,33	31,83	7,93	60,24	89,44
0,88	0,81	3,82	0,966	7,40	31,35	7,93	60,73	87,22
Ensaio 2								
0,64	0,74	3,74	0,955	7,21	31,40	8,01	60,58	89,52
0,7	0,81	3,81	0,959	7,23	31,73	8,00	60,27	88,72
0,76	0,88	3,77	0,971	7,30	31,31	8,06	60,62	87,90
0,82	0,95	3,74	0,953	7,21	31,44	8,00	60,56	88,07
0,88	1,02	3,92	0,947	7,17	32,58	7,86	59,56	90,39
Média Ensaio 1		3,83	0,959	7,33 <sup>a</sup>	31,58	7,92	60,50	88,20
Média Ensaio 2		3,80	0,957	7,23 <sup>b</sup>	31,69	7,99	60,32	88,92
Ens1 x Ens2		n.s.	n.s.	P<0,05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Ensaio 1		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Ensaio 2		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	P<0,05**
CV (%)		4,912	4,240	3,491	3,857	3,020	2,074	2,868

\*\* Efeito Quadrático; n.s.- Não significativo (P>0,05)

<sup>ab</sup>- Médias dos ensaios, seguidas por letras diferentes diferem entre si (P>0,05) pelo teste F.

PGEMA- Peso da gema; PCASC- peso da casca; PALBU- Peso do albúmen; PRGEM- Peso relativo da gema; PRCAS- Peso relativo da casca; PALB- Peso relativo do albúmen; UH- Unidade de Haugh.

Por outro lado, foi verificado efeito significativo com comportamento quadrático para unidade de Haugh (P<0,05) (Tabela 5) quando manteve a relação entre isoleucina e valina. O mesmo apresentou ponto de mínimo 87,84 a nível estimado de 0,754% de isoleucina digestível (Figura 2).

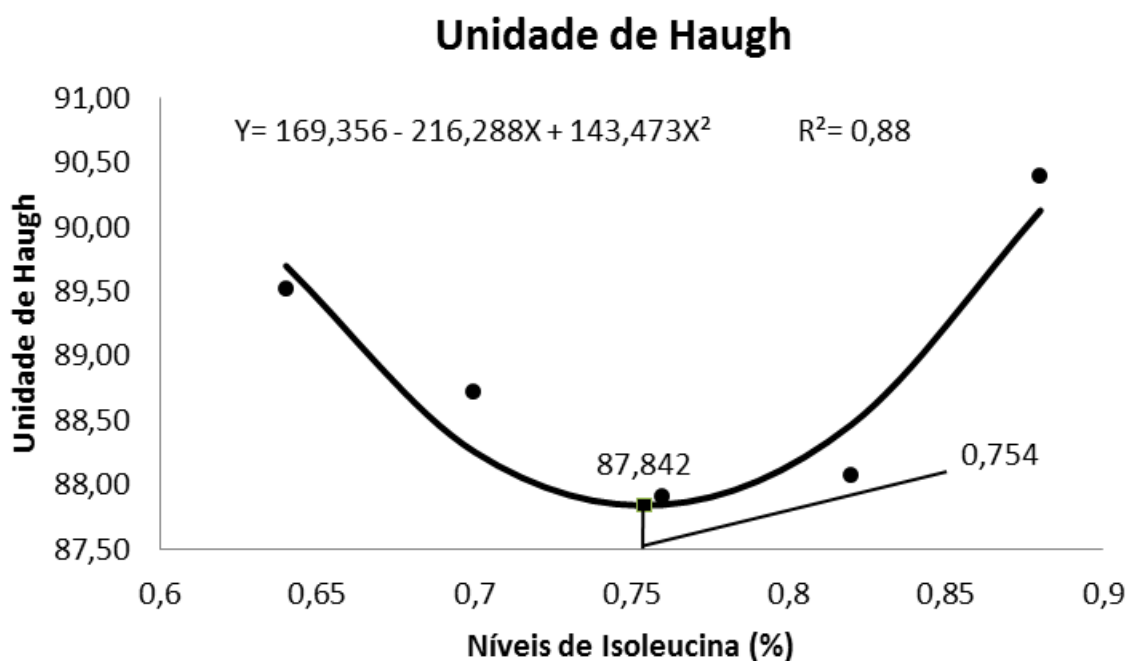


Figura 2 – Efeito dos níveis de isoleucina, quando mantida sua relação com valina, sobre a unidade de Haugh.

A unidade de Haugh é uma fórmula de expressão logarítmica, idealizada para expressar a qualidade do ovo em função do seu peso e da altura da clara, sendo que quanto maior a unidade de Haugh melhor a qualidade do ovo. Comparando ovos de igual peso, a melhor qualidade interna corresponde ao ovo com maior altura de albúmen. Comparando dois ovos com igual altura de albúmen, tem melhor qualidade aquele que pesa menos (Cotta, 2002).

Ishibashi & Ohta (1999) ressaltam que a albumina do ovo é sintetizada principalmente durante três horas antes da ovulação e que, no mesmo período, ocorre aumento do catabolismo muscular. Como os aminoácidos de cadeia ramificada são aminoácidos chave no metabolismo muscular, possuindo papel fundamental no anabolismo e efeito anticatabólico neste tecido (Kobayashi et al., 2006) pode ser que no nível estimado, o aumento proporcional da quantidade de

isoleucina e valina digestível melhorou o balanço destes aminoácidos reduzindo o catabolismo muscular para a síntese de albumina do ovo. De fato, o nível encontrado para menor unidade de Haugh, ou seja, pior qualidade de ovo encontrada, foi o mesmo encontrado para o maior ganho de peso (0,754%).

No primeiro ensaio, a média do peso de albúmen (PALBU) foi superior ( $P < 0,05$ ) que no segundo ensaio, ou seja, o aumento nos níveis de isoleucina sem manter a sua relação com valina proporcionou melhores resultado (Tabela 5), da mesma maneira que no peso médio dos ovos, provavelmente isto ocorreu em função do antagonismo estabelecido entre isoleucina e valina, onde o excesso de valina pode ter influenciado na absorção e utilização da isoleucina para a produção de albúmen.

Entretanto, Peganova & Eder (2002a) e Peganova & Eder (2002b) ressaltam que mesmo ocorrendo uma leve mudança na composição aminoácídica do ovo e nas variáveis da qualidade do albúmen (altura de albúmen e unidade de Haugh) ao alterar-se o nível de valina e isoleucina, modificações significativas no perfil de aminoácidos do ovo só podem ser atingidas ao alterar-se a relação entre gema e albúmen como no caso de alterações substanciais nos níveis de energia e proteína bruta.

## **CONCLUSÕES**

Dietas com 0,64% de isoleucina digestível são suficientes para atender a função produtiva de codornas japonesas em postura. O aumento do nível de isoleucina digestível proporcionalmente ao nível de valina digestível pode aumentar o ganho de peso das aves no entanto, a qualidade dos ovos diminui.

## REFERÊNCIAS

ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003, 268p.

APPLEGATE, T.J.; ANGEL, R. **Protein and amino acid requirements for poultry**. Disponível em: <<http://www.puyallup.wsu.edu/dairy/nutrient-management/data/publications/Protein%20and%20amino%20acid%20for%20poultry-final.pdf>> Acesso em: 15 janeiro 2013.

ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, C.S.S. et al. Proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.2, Mai 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-635X2001000200004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-635X2001000200004&script=sci_arttext)>. Acesso em 15 janeiro 2013.

BAPTISTA, R.F. **Avaliação da qualidade interna de ovos de codorna (coturnix coturnix japônica) em função da variação da temperatura de armazenamento**. Niterói, RJ, 2002. 99 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense.

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

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2011). **Tabela 01, Efetivo dos rebanhos em 31.12, e variação anual, segundo as categorias.**

Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2011/default\\_pdf.sht](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2011/default_pdf.sht)>. Acesso em 15 janeiro 2013.

BURNHAM, D.; EMMANS, G.C.; GOUS, R.M. Isoleucine requirements of the chicken: the effect of excess leucine and valine on the response to isoleucine. **British Poultry Science**, v.33, n.1, p.71-87, 1992.

CALDERANO, A.A.; LELIS, G.R.; MELLO, H.H.C. Triptofano na alimentação de poedeiras. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.9, n.3, p.1831-1832, 2012.

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

CORZO, A.; LOAR II, R.E.; KIDD, M.T. Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. **Poultry Science**, v.88, n.1, p.1934-1938, 2009.

COSTA, F.G.P.; RORIGUES, 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.

COTTA, T. **Galinha: produção de ovos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002, 280p.

FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente: para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2005, 371p.

HARMS, R.H.; RUSSELL, G.B. Evaluation of the isoleucine requirement of the commercial layer in a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, v.79, n.1, p.1154-1157, 2000.

ISHIBASHI, T.; OHTA, Y. Recent advances in amino acid nutrition for efficient poultry production. **Animal Science**, v.12, n.8, p.1298-1309, 1999.

KOBAYASHI, H.; KATO, H.; HIRABAYASHI, Y. et al. Modulations of muscle protein metabolism by branched-chain amino acids in normal and muscle-atrophiying rats. **The journal of nutrition**, v.136, n.1, p.234-236, 2006.

MELLO, H.H.C.; GOMES, P.C.; ROCHA, T.C. et al. Determination of digestible isoleucine:lysine ratio in diets for laying hens aged 42-58 weeks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1313-1317, 2012.

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**, v.31, n.4, p.1191-1196, 2007.

PARK, B.C.; AUSTIC, R.E. Isoleucine imbalance using selected mixtures of imbalancing amino acids in diets of the broiler chick. **Poultry Science**, v.79, n.1, p.1782-1789, 2000.



PAULA, E. **Relações valina e isoleucina com lisina em rações para codornas japonesas em postura**. Viçosa, MG, 2011. 59 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa.

PEGANOVA, S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of valine in laying hens. **Archiv für Geflügelkunde**, v.66, n.6, p.241-250, 2002a.

PEGANOVA, S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of isoleucine in laying hens. **Poultry Science**, v.81, n.1, p.1714-1721, 2002b.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. 3ª Edição. Viçosa: UFV, 2011, 252p.

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

SHIVAZAD, M.; HARMS, R.H.; RUSSELL, G.B. et al. Re-evaluation of the isoleucine requirement of the commercial layer. **Poultry Science**, v.81, n.1, p.1869-1872, 2002.

UBABEF. **Relatório anual ubabef 2012**. 2012. Disponível em <<http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=3293>> Acesso em: 15 janeiro 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema para análise estatística e genética**. Versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

WALDROUP, P.W. Do crude protein levels really matter?. In: 15th Annual ASAIM Southeast Asian Feed Technology and Nutrition Workshop. **Anais...** Indonesia: American Soybean Association International Marketing, 2007.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Dietas com 0,74% de valina digestível e 0,64% de isoleucina digestível são suficientes para atender a função produtiva de codornas japonesas em postura. O aumento proporcional dos aminoácidos valina e isoleucina digestíveis pode melhorar o ganho de peso das aves, no entanto a qualidade dos ovos diminui.

## 6. REFERÊNCIAS GERAIS

ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003, 268p.

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARD, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J.S.; SOUZA, G.A.; FILHO, A.B. In: **Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal – os alimentos**. São Paulo: Nobel, 2002 v1, 387p.

APPLEGATE, T.J.; ANGEL, R. **Protein and amino acid requirements for poultry**. Disponível em: <<http://www.puyallup.wsu.edu/dairy/nutrient-management/data/publications/Protein%20and%20amino%20acid%20for%20poultry-final.pdf>> Acesso em: 15 janeiro 2013.

ARAÚJO, C.S.S.; ARTONI, S.M.B.; ARAÚJO L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; BORGES, S.A. Desempenho, rendimento de carcaça e excreção de cálcio de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio no período de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2209-2215, 2002.

ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, C.S.S.; LAURENTIZ, A.C.; ALMEIDA, J.G.; SERRANO, P.P. Proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.2, Mai 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-635X2001000200004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-635X2001000200004&script=sci_arttext)>. Acesso em 15 janeiro 2013.

ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; CARVALHO, D.C.O.; VIEITES, F.M.; PUPA, J.M.R. Exigência de arginina digestível para frangos de corte machos em diferentes fases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1456-1466, 2004.

BAPTISTA, R.F. **Avaliação da qualidade interna de ovos de codorna (coturnix coturnix japônica) em função da variação da temperatura de armazenamento**. Niterói, RJ, 2002. 99 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense.

BARRETO, S.L.T.; ARAÚJO, M.S.; UMIGI, R.T.; DONZELE, J.L.; ROCHA, T.C.; PINHEIRO, S.R.F.; TEIXEIRA, R.B.; ABREU, F.V.S.; SILVA, R.F. Exigência nutricional de lisina para codornas europeias machos de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.750-753, 2006.

BERRES, J.; VIEIRA, S.L.; DOZIER III, W.A.; CORTÊS, M.E.M.; de BARROS, R.; NOGUEIRA, E.T.; KUTSCHENKO, M. Broiler responses to reduced –protein diets supplemented with valine, isoleucine, glycine and glutamic acid. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.19, n.1, p.68-79, 2010.

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

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2011). **Tabela 01, Efetivo dos rebanhos em 31.12, e variação anual, segundo as categorias**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2011/default\\_pdf.sht](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2011/default_pdf.sht)>. Acesso em 15 janeiro 2013.

BURNHAM, D.; EMMANS, G.C.; GOUS, R.M. Isoleucine requirements of the chicken: the effect of excess leucine and valine on the response to isoleucine. **British Poultry Science**, v.33, n.1, p.71-87, 1992.

CALDERANO, A.A.; LELIS, G.R.; MELLO, H.H.C. Triptofano na alimentação de poedeiras. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.9, n.3, p.1831-1832, 2012.

CAMPOS, A.M.A.; ROSTAGNO, H.S.; NOGUEIRA, E.T.; ALBINO, L.F.T.; PEREIRA, J.P.L.; MAIA, R.C. Atualização da proteína ideal para frangos de corte: arginina, isoleucina, valina e triptofano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.326-332, 2012.

CARMO, A.K.S. E-book. **Como iniciar sua criação de codornas de forma prática**. São Paulo, 2008.

CORRENT, E.; BARTELT, J. **Valine and isoleucine: the next limiting amino acids in broiler diets**. Lohmann Information, 2011. 8p. (Circular Técnica, 46).

CORRENT, E.; PRIMOT, Y. **L-valine: release the potential of your feed!**. Ajinomoto Eurolysine S.A.S., 2009. 32p. (Circular técnica, 33).

CORZO, A.; LOAR II, R.E.; KIDD, M.T. Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. **Poultry Science**, v.88, n.1, p.1934-1938, 2009.

COSTA C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; GOMES, P.C.; HOSODA, L.H.; LIPARI, C.A.; LIMA, H.J.D. Níveis de fósforo disponível em dietas para codornas japonesas de 45 a 57 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2152-2160, 2011.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; MOURA, W.C.O.; REIS, R.S.; LEITE, C.D.S.; MAIA, G.V.C. Níveis de fósforo e cálcio em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2037-2046, 2007.

COSTA, F.G.P.; RORIGUES, V.P.; GOULART, C.C.; NETO, R.C.L.N.; SOUZA, J.G.; SILVA, J.H.V. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2136-2140, 2008.

COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; TOLEDO, R.S.; VARGAS JUNIOR, J.G. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1498-1505, 2001.

COTTA, T. **Galinha: produção de ovos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002, 280p.

D'MELLO, J.P.F. **Amino Acids in Animal Nutrition**. 2<sup>nd</sup> ed. Wallingford: CABI Publishing, 2003, 546p.

FARIA FILHO, D.E.; ROSA, P.S.; FIGUEIREDO, D.F.; DAHLKE, F.; MACARI, M.; FURLAN, R.L. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.101-106, 2006.

FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente: para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2005, 371p.

FILARDI, R.S.; CASARTELLI, E.M.; JUNQUEIRA, O.M.; LAURENTIZ, A.C.; ASSUENA, V. RODRIGUES, E.A. Formulação de rações para poedeiras com base em aminoácidos totais e digestíveis utilizando diferentes estimativas da composição de aminoácidos em alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.768-774, 2006.

GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte mantendo o conceito de proteína ideal nas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1769-1774, 2007.

GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P.B.; ZANGERONIMO, M.G.; BERTECHINI, A.G.; SANTOS, L.M.; ALVARENGA, R.R. Nitrogen, calcium and phosphorus balance of broiler fed diets with phytase and crystalline amino acids. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.3, p.591-597, 2011.

HARMS, R.H.; RUSSELL, G.B. Evaluation of the isoleucine requirement of the commercial layer in a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, v.79, n.1, p.1154-1157, 2000.

HARMS, R.H.; RUSSELL, G.B. Evaluation of valine requirement of the commercial layer using a corn-soybean meal basal diet. **Poultry Science**, v.80, n.1, p.215-218, 2001.

ISHIBASHI, T.; OHTA, Y. Recent advances in amino acid nutrition for efficient poultry production. **Animal Science**, v.12, n.8, p.1298-1309, 1999.

KOBAYASHI, H.; KATO, H.; HIRABAYASHI, Y.; MURAKAMI, H.; SUZUKI, H. Modulations of muscle protein metabolism by branched-chain amino acids in normal and muscle-atrophying rats. **The journal of nutrition**, v.136, n.1, p.234-236, 2006.

KOLLING, A.V.; KESSLER, A.M.; RIBEIRO, A.M.L. Desempenho e composição corporal de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de proteína e de aminoácidos ou com livre escolha das dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.98-103, 2005.

LARBIER, M.; LECLERCQ, B. **Nutrition and Feeding of Poultry**. Leicestershire: Nottingham university press, 1992, 305p.

LEHNINGER, A.L. **Princípios de bioquímica**. 4ª Edição. São Paulo: Sarvier, 2006, 532p.

LELIS, G.R. **Atualização da proteína ideal para poedeiras semipesadas: treonina e valina**. Viçosa, MG, 2010. 98 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. 2ª Edição. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 2002, 375p.

MELLO, H.H.C.; GOMES, P.C.; ROCHA, T.C.; DONZELE, J.L.; ALMEIDA, R.L.; TRONI, A.R.; CARVALHO, B.R.; VIANA, G.S. Determination of digestible isoleucine:lysine ratio in diets for laying hens aged 42-58 weeks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1313-1317, 2012.

MENDONÇA JÚNIOR, C.X.; LIMA, F.R. Efeitos dos níveis de proteína e de metionina da dieta sobre o desempenho de galinhas poedeiras após a muda forçada. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.36, n.6, mai. 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141395961999000600010](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141395961999000600010)> Acesso em: 15 janeiro 2013.

MILES, R.D.; CHAPMAN, F.A. 2007. The concept of ideal protein formulation of aquaculture feeds. **Institute of Food and Agricultural Sciences**, Department of Fisheries and Aquatic Sciences, University of Florida, Florida. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/fa144>>. Acesso em 15 janeiro 2013.



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.; FONSECA, J.B.; RABELLO, C.B.V.; TAKATA, F.N.; OLIVEIRA, N.T.E. Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2697-2702, 2010.

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

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

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. São Paulo: Editora Funep, 1998. 79p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of the poultry**. Washington: Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Poultry Nutrition. 9.ed. 1994. 155p.

OLIVEIRA, N.T.E.; SILVA, M.A.; SOARES, R.T.R.N.; FONSECA, J.B.; THIEBAUT, J.T.L. Exigências de proteína bruta e energia metabolizável para codornas japonesas criadas para a produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.675-686, 2002.

OLIVEIRA, W.P.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ALBINO, F.T.; MARTINS, M.S.; MAIA, A.P.A. Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1725-1731, 2011.

OLIVEIRA, W.P.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; MARTINS, M.S.; ASSIS, A.P. Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1092-1098, 2010.

PARK, B.C.; AUSTIC, R.E. Isoleucine imbalance using selected mixtures of imbalancing amino acids in diets of the broiler chick. **Poultry Science**, v.79, n.1, p.1782-1789, 2000.

PAULA, E. **Relações valina e isoleucina com lisina em rações para codornas japonesas em postura**. Viçosa, MG, 2011. 59 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa.

PEGANOVA, S.; EDER, K. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine and tryptophan on the performance of laying hens. **Poultry Science**, v.82, n.1, p.100-105, 2003.

PEGANOVA, S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of isoleucine in laying hens. **Poultry Science**, v.81, n.1, p.1714-1721, 2002.

PEGANOVA, S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of valine in laying hens. **Archiv für Geflügelkunde**, v.66, n.6, p.241-250, 2002.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; VARGAS JÚNIOR, J.G. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

PLATELL, C.; KONG, S.; MCCAULEY, R.; HALL, J.C. Branched-chain amino acids. **Journal of Gastroenterology and Hepatology**, v.15, n.1, p.706-717, 2000.

RIZZO, P.V.; GUANDOLINI, G.C.; AMOROSO, L.; MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.B. Triptofano na alimentação de codornas japonesas nas fases de recria e postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1017-1022, 2008.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. 3ª Edição. Viçosa: UFV, 2011, 252p.

SABINO, H.F.N.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R.; FREITAS, E.R. Níveis protéicos na ração de frangos de corte na fase de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.5, p.407-412, 2004.

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

SCHUTTE, J.B.; DE JONG, J. 1998. Ideal amino acid profile for poultry. TNO **Nutrition and Food Research Institute**, Department. of Animal Nutrition and Physiology (ILOB), Wageningen, The Netherlands. Disponível em: <[http://ressources.ciheam.org/util/search/detail\\_article.php?id=99600024&langue=fr](http://ressources.ciheam.org/util/search/detail_article.php?id=99600024&langue=fr)> . Acesso em 15 janeiro 2013.

SHIVAZAD, M.; HARMS, R.H.; RUSSELL, G.B.; FARIA, D.E.; ANTAR, R.S. Re-evaluation of the isoleucine requirement of the commercial layer. **Poultry Science**, v.81, n.1, p.1869-1872, 2002.

SILVA, E.L.; SILVA, J.H.V.; FILHO, J.J.; RIBEIRO, M.L.G.; MARTINS, T.D.D.; COSTA, F.G.P. Redução dos níveis protéicos e suplementação com metionina e lisina em rações para poedeiras leves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.491-496, 2006.

SILVA, J.H.V.; RIBEIRO, L.G.R. **Tabela nacional de exigência nutricional de codornas japonesas (Coturnix coturnix japônica)**. Bananeiras, PB: DAP/UFPB/Campus IV, 2001. 19p.

STRINGHINI, J.H.; CRUZ, C.P.; THON, M.S.; ANDRADE, M.A.; LEANDRO, N.S.M.; CAFÉ, M.B. Níveis de arginina e lisina digestíveis na dieta de frangos de corte na fase pré-inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1083-1089, 2007.

UBABEF. **Relatório anual ubabef 2012**. 2012. Disponível em <<http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=3293>> Acesso em: 15 janeiro 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema para análise estatística e genética**. Versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

VASCONCELLOS, C.H.F.; FONTES, D.O.; LARA, L.J.C.; VIDAL, T.Z.B.; SILVA, M.A.; SILVA, P.C. Determinação da energia metabolizável e balanço de nitrogênio de dietas com diferentes teores de proteína bruta para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.659-669, 2011.

VASCONCELLOS, C.H.F.; FONTES, D.O.; VIDAL, T.Z.B.; LARA, L.J.C.; RODRIGUES, P.B.; VASCONCELOS, R.J.C. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta sobre o desempenho e composição de carcaça de frangos de corte machos de 21 a 42 dias de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.4, p.1039-1048, 2010.

VIEITES, F.M.; MORAES, G.H.K.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; DONZELE, J.L.; VARGAS JUNIOR, J.G.; ATENCIO, A. Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre o desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2076-2085, 2004.

WALDROUP, P.W. Do crude protein levels really matter?. In: 15th Annual ASAIM Southeast Asian Feed Technology and Nutrition Workshop. **Anais...** Indonesia: American Soybean Association International Marketing, 2007.

WALDROUP, P.W.; KERESY, J.H.; FRITTS, C.A. Influence of branched-chain amino acid balance in broiler diets. **International Journal of Poultry Science**, v.1, n.5, p.136-144, 2002.