

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

JÚLIO FRANCISCO VALIATI MARIN

**NÍVEIS NUTRICIONAIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL E ENERGIA
METABOLIZÁVEL PARA CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA**

ALEGRE-ES

2014

JÚLIO FRANCISCO VALIATI MARIN

**NÍVEIS NUTRICIONAIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL ENERGIA
METABOLIZÁVEL 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. D.Sc. José Geraldo de Vargas Junior

ALEGRE-ES

2014

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

M337n Marin, Júlio Francisco Valiati, 1985-
Níveis nutricionais de triptofano digestível e energia metabolizável para codornas japonesas em postura / Júlio Francisco Valiati Marin. – 2014.
71 f. : il.

Orientador: José Geraldo de Vargas Junior.
Coorientador: José Augusto de Oliveira David.
Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Ovos - qualidade. 2. Codorna japonesa. 3. Órgãos - peso. 4. Desempenho. 5. Aminoácido aromático. I. Vargas Junior, José Geraldo de. II. David, José Augusto de Oliveira. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 619

JÚLIO FRANCISCO VALIATI MARIN

**NÍVEIS NUTRICIONAIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL E ENERGIA
METABOLIZÁVEL PARA CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA**

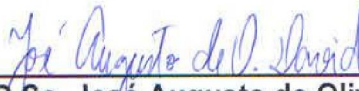
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal.

Aprovado em 26 de Fevereiro de 2014.

COMISSÃO EXAMINADORA



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



Prof. D.Sc. José Augusto de Oliveira David
Universidade Federal do Espírito Santo
Co-orientador



Prof. D.Sc. Walter Amaral Barboza
Universidade Federal do Espírito Santo



D.Sc. Talita Pinheiro Bonaparte
Universidade Federal do Espírito Santo

À Deus, pela vida, saúde e oportunidades.
Aos meus pais, pelo incondicional apoio, carinho e amor.
Aos meus amigos pela dedicação e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Espírito Santo e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias pela realização do curso.

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

Ao Professor Doutor José Geraldo de Vargas Junior pelos ensinamentos, paciência e total disponibilidade para o trabalho.

Ao Professor Doutor José Augusto de Oliveira David, a Damielle Leite Figueiredo e a Emerson Miranda, equipe do laboratório de anatomia e histologia, pela disponibilidade e compromisso.

Aos meus pais, Miguel José Marin e Maria Heloisa Valiati Marin, aos meus irmãos Luciano, Luciana e Ana Júlia, aos meus sobrinhos Alexander, Lara, Lucas e Larissa, minha família, pelo amor e carinho ao longo de meu aprendizado na vida profissional.

Aos meus amigos e companheiros de estudo, Ronaldo, Juliano, Catarina, Drielly, Bárbara, Clara, Thaís, Marcos, Anyara e Mariana por me acompanharem durante a realização do projeto.

As minhas amigas Graccielli Lorenção e Stela Rechinelli Passos, por me ajudarem e me aturarem durante quase todos os dias, e pelo carinho e companheirismo.

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade e cooperação com o trabalho desenvolvido.

A todos os amigos, colegas e pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho e com que convivi durante toda essa etapa.

Muito agradecido a todos.

“O que é sucesso?

Rir muito e com frequência; ganhar o respeito de pessoas inteligentes e o afeto das crianças; merecer a consideração de críticos honestos e suportar a traição de falsos amigos; apreciar a beleza, encontrar o melhor nos outros; deixar o mundo um pouco melhor, seja por uma saudável criança, um canteiro de jardim ou uma redimida condição social; saber que ao menos uma vida respirou mais fácil porque você viveu.

Isto é ter sucesso!”

Ralph Waldo Emerson

RESUMO

MARIN, JÚLIO FRANCISCO VALIATI. **Níveis nutricionais de triptofano digestível e energia metabolizável para codornas japonesas em postura.** 2014. 71p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2014.

O fornecimento de dietas com níveis adequados de nutrientes para aves poedeiras é essencial no desenvolvimento produtivo da ave e qualidade dos ovos. Com o objetivo de avaliar níveis nutricionais de triptofano digestível e de energia metabolizável e sua relação sobre o desempenho produtivo e características morfofisiológicas de codornas japonesas em fase de produção de ovos, foram conduzidos dois experimentos com duração de 84 dias. Foram utilizadas aves fêmeas com peso inicial de $171,80 \pm 3,58$ g, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. No primeiro experimento, foram utilizadas 810 aves, em esquema fatorial 5x2 sendo 5 níveis de triptofano digestível (1,770; 2,270; 2,770; 3,270 e 3,770 g/Kg) e 2 níveis de energia metabolizável (2800 e 2900 Kcal/Kg de ração), totalizando 10 tratamentos, com nove repetições e nove aves/UE. As variáveis analisadas foram consumo de ração (g), taxa de postura (%), peso médio dos ovos (g), massa de ovo (g/ave/dia), conversão alimentar (g/g e Kg/dz), peso absoluto (g) e relativo (%) de albúmen, gema e casca, e unidade Haugh. No segundo experimento, foram utilizadas 486 aves, em esquema fatorial 3x2 sendo 3 níveis de triptofano digestível (1,770; 2,770 e 3,770 g/Kg) e 2 níveis de energia metabolizável (2800 e 2900 Kcal/Kg de ração), totalizando 6 tratamentos, com nove repetições e nove aves/UE. As variáveis analisadas foram altura de vilosidades (μ) e altura do epitélio intestinal das vilosidades (μ) do duodeno, peso fígado (g), pâncreas (g) e coração (g) e relação (%) peso de fígado:peso vivo da ave, peso de pâncreas:peso vivo da ave e peso do coração:peso vivo da ave, heterofilo (%), linfócito (%), relação heterofilo:linfócito, eosinófilo (%), basófilo (%) e monócito (%). Não foram observados efeitos significativos para as variáveis de desempenho e qualidade de ovos com os níveis de triptofano digestível e energia metabolizável estudados, exceto para o peso relativo de casca. Foi observada redução linear do peso relativo de casca (PRCAS) dos ovos produzidos por codornas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de triptofano digestível e 2800 Kcal de EM/Kg de

ração. Ocorreu interação entre os fatores triptofano digestível e energia metabolizável sobre a altura de vilosidades (ALTVILO) e altura de epitélio intestinal (ALTEPIN) do duodeno. O FIG e o FIG:PVA alteraram significativamente com os níveis de triptofano digestível estudados. Não foram observados efeitos significativos para PAN, PAN:PVA, COR, COR:PVA e para os parâmetros hematológicos. Com os dados obtidos, concluiu-se que para codornas japonesas em postura a necessidade de triptofano digestível é de 1,770 g/Kg em rações contendo 2800 e 2900 Kcal de EM/Kg de ração, correspondendo respectivamente ao consumo diário de 44,05 e 42,18 mg/ave para maximizar a produção de ovos. A utilização do nível de 1,770 g/Kg de triptofano digestível em dietas contendo 2900 Kcal/Kg de energia metabolizável pode ser utilizada para obter melhor altura de vilosidade do duodeno, melhor peso de órgão, sem alterar os parâmetros hematológicos, em codornas japonesas em fase de postura.

Palavras-chave: aminoácido aromático; desempenho; peso de órgãos

ABSTRACT

MARIN, JÚLIO FRANCISCO VALIATI. **Nutritional levels of digestible tryptophan and metabolizable energy for Japanese laying quails**. 2014. 71p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2014.

The supply of diets with adequate levels of nutrients for laying birds is essential in the development of productive and eggs quality of bird. With the objective to evaluate nutritional levels of digestible tryptophan and metabolizable energy and relation on the productive performance and morpho physiological features of Japanese quail in laying phase, were conducted two experiments with duration of 84 days. Female birds were used with initial weight $171.80 \pm 3.58g$, distributed in completely randomized design. In the first experiment, 810 birds were used in 5x2 factorial arrangement being 5 digestible tryptophan levels (1.770; 2.270; 2.770; 3.270 and 3.770 g/Kg) and 2 levels of metabolizable energy (2800 and 2900 Kcal/Kg of feed), totaling 10 treatments, with nine replicates and nine birds/EU. The variables analyzed were feed intake (g), laying rate (%), weight of eggs (g), egg mass (g/bird/day), feed conversion (g/g and Kg/dz), absolute weight (g) and relative weight (%) of albumen, yolk and egg shell, and Haugh unit. In the second experiment, 486 birds were used in 3x2 factorial arrangement being 3 digestible tryptophan levels (1.770; 2.770 and 3.770 g/Kg) and 2 levels of metabolizable energy (2800 and 2900 Kcal/Kg of feed), totaling 6 treatments, with nine replicates and nine birds/EU. The variables analyzed were height of villi (μ) and height intestinal villus epithelium (μ) of duodenum, liver weight (g), pancreas (g) and heart (g), and relationship of liver weight:live weight of the bird (%), pancreas weight:live weight of the bird (%) and heart weight:live weight of the bird (%), heterophil (%), lymphocyte (%), heterophil:lymphocyte ratio, eosinophil (%), basophils (%) and monocyte (%). No significant effects were observed for the variables of performance and eggs quality with digestible tryptophan levels and metabolizable energy studied except for the relative weight of egg shell. Linear reduction was observed relative weight of egg shell (PRCAS) of eggs produced by quails fed on diets containing different levels of digestible tryptophan and 2800 Kcal/Kg of feed. Interaction occurred between the digestible tryptophan and metabolizable energy factors about the height of villi (ALTVILO) and height of the

intestinal epithelium (ALTEPIN) of the duodenum. The FIG and the FIG: PVA changed significantly with digestible tryptophan levels studied. No significant effects were observed for PAN, PAN: PVA, color, color: PVA and hematological parameters. With the data obtained, it was concluded that for Japanese quail in laying phase should have in diets 1.770 g/Kg of digestible tryptophan in rations containing 2800 and 2900 Kcal EM/Kg of feed, corresponding respectively to the daily consumption of 44.05 and 42.18 mg/bird to maximize egg production. The use of 1.770 g/Kg level of digestible tryptophan in diets containing 2900 Kcal/Kg of metabolizable energy can be used to obtain better height of villi of the duodenum, better organ weight without changing the hematological parameters in Japanese quail laying phase.

Keywords: aromatic amino acids; performance; weight organs

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura		Página
Figura 1-	Vilosidades do intestino delgado (Duodeno) de codornas japonesas	56
Figura 2-	Epitélio intestinal (duodeno) de codornas japonesas	56
Figura 3-	Efeito dos níveis de triptofano digestível no peso do fígado (FIG) de codornas japonesas em postura	60
Figura 4-	Efeito dos níveis de triptofano digestível na relação peso do fígado:peso vivo da ave (FIG:PVA) de codornas japonesas em postura	62
Figura 5-	Heterófilo (círculo contínuo) e eosinófilo (círculo tracejado) no sangue periférico de codornas japonesas	64
Figura 6-	Linfócitos (círculo contínuo) no sangue periférico de codornas japonesas	65

LISTA DE SIGLAS E/OU ABREVIATURAS

ALTVILO	- Altura de vilosidade(s)
ALTEPIN	- Altura de epitélio intestinal
BAS	- Basófilo
CR	- Consumo de ração por ave dia
CA	- Conversão alimentar
COR	- Coração
CV	- Coeficiente de variação
Dig.	- Digestível
Dz	- Dúzia
EM	- Energia metabolizável
EOS	- Eosinófilo
FIG	- Fígado
G	- Grama(s)
HE	- Hematoxilina e Eosina
HET	- Heterófilo
H:L	- Relação heterófilo:linfócito
HU	- Unidade Haugh
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Kcal	- Quilocaloria
Kg	- Quilograma(s)
LIN	- Linfócito
M	- Metro(s)
mg	- Miligrama(s)
MO	- Massa de ovo de ovos normais
MON	- Monócito
NAD	- Nicotinamida adenina dinucleotídeo
NADP	- Nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato
NRC	- National Research Council
PAN	- Pâncreas
PB	- Proteína bruta

PMO	- Peso médio dos ovos
PVA	- Peso vivo da ave
PALBU	- Peso do albúmen
PCASC	- Peso da casca
PGEMA	- Peso da gema
PRALB	- Peso relativo do albúmen
PRCAS	- Peso relativo da casca
PRGEM	- Peso relativo da gema
TP	- Taxa de postura de ovos normais
Trp	- Triptofano
EU	- Unidade experimental
UR	- Umidade relativa
µm	- Micrômetro(s)
°C	- Graus Celsius
%	- Porcentagem

LISTA DE TABELAS

Revisão de Literatura

Tabela		Página
Tabela 1-	Relação de aminoácido digestível:lisina digestível para estimar a exigência de aminoácidos e valores recomendados em função do peso corporal para codornas japonesas na fase de postura	21

Capítulo 1

Tabela		Página
Tabela 1-	Composição milesimal e nutricional das rações experimentais para codornas em postura	37
Tabela 2-	Consumo de ração (CR), taxa de postura (TP) e peso médio dos ovos (PMO) de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de triptofano digestível e energia metabolizável	40
Tabela 3-	Massa de ovo (MO), conversão alimentar por massa de ovo (CAGG) e conversão alimentar quilograma por dúzia de ovos (CAKD) de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de triptofano digestível e energia metabolizável.....	41
Tabela 4-	Peso absoluto de albúmen (PALBU), de gema (PGEMA) e de casca (PCASC) de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de triptofano digestível e energia metabolizável	42
Tabela 5-	Peso relativo de albúmen (PRALB), de gema (PRGEM) e de casca (PRCAS) e unidade Haugh (UH) de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de triptofano digestível e energia metabolizável	43

Capítulo 2

Tabela		Página
Tabela 1-	Composição milesimal e nutricional das rações experimentais para codornas em postura	53
Tabela 2-	Efeito da interação entre triptofano digestível (g/Kg) e energia metabolizável (Kcal/Kg) na altura de vilosidades do duodeno (ALTVILO) e altura do epitélio intestinal do duodeno (ALTEPIN) de codornas japonesas em postura	59

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	17
2.	REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1.	Nutrição de codornas japonesas	20
2.1.1.	Relação de proteína ideal para codornas japonesas em fase de postura.....	22
2.2	Triptofano	25
2.3	Energia metabolizável	26
3.	REFERÊNCIAS	28
	CAPÍTULO 1 - Níveis nutricionais de triptofano digestível e energia metabolizável para codornas japonesas em postura	32
	RESUMO	33
	ABSTRACT	33
4.	INTRODUÇÃO	34
5.	MATERIAIS E MÉTODOS	36
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
7.	CONCLUSÕES	44
8.	REFERÊNCIAS	44
	CAPÍTULO 2 - Níveis nutricionais de triptofano digestível e energia metabolizável sobre parâmetros morfofisiológicos de codornas japonesas em postura	47
	RESUMO	48
	ABSTRACT	49
9.	INTRODUÇÃO	50
10.	MATERIAIS E MÉTODOS	52
11.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
12.	CONCLUSÕES	67
13.	REFERÊNCIAS	68
	ANEXOS	71

1. INTRODUÇÃO

A coturnicultura industrial brasileira tem apresentando crescente aumento de seus parâmetros produtivos, principalmente no que se refere à produção de ovos comerciais. Os bons resultados devem-se ao constante direcionamento dos pesquisadores em estudos correlatos às melhorias na alimentação e nutrição das aves, buscando atender as exigências de manutenção e produção das codornas em diversos panoramas ambientais.

Esta atividade tem se mostrado lucrativa e despertado interesse dos produtores avícolas, fato relacionado ao rápido crescimento, baixo consumo de ração, maturidade sexual precoce, longevidade produtiva e produção regular de ovos, bem como baixo investimento, rápido retorno financeiro e alta qualidade de seus produtos. Desta forma, o desenvolvimento de pesquisas especializadas tem sido impulsionado com o intuito de melhorar a eficiência produtiva dessas aves.

A produção brasileira de ovos de codornas apresenta-se como uma das mais crescem em âmbito nacional, fato resultante do aumento das criações automatizadas, melhorias nos setores e novas formas de comercialização dos ovos. Em 2009 a produção de ovos de codornas atingiu 192.195 milhões de dúzias (IBGE, 2009), enquanto que em 2010, este valor ultrapassou os 232 milhões de dúzias, gerando aumento de 21% na produção. A região sudeste contribuiu com 78,5% da produção brasileira e destes, o estado do Espírito Santo foi o segundo maior responsável pelo aumento da produção, com 9,8% do total da participação na produção, significando 22.733 milhões de dúzias de ovos (IBGE, 2010).

A nutrição direcionada à produção tem sido peça chave na coturnicultura, atendendo as exigências nutricionais e obtendo bons resultados comerciais, uma vez que a maior parte dos custos de produção está relacionada com a alimentação durante o período de alojamento das aves. A proteína, os aminoácidos sintéticos adicionados às rações e o nível de energia que é considerado como parâmetro para estabelecer o consumo, são responsáveis por porção significativa dos custos, sendo necessário o estabelecimento de níveis nutricionais mínimos que promovam o máximo desempenho produtivo animal com menores custos de produção.

Os aminoácidos sintéticos adicionados às rações visando atender as exigências dos animais são, portanto, necessários, já que em sua maioria são classificados como essenciais, não sendo produzidos ou produzidos em níveis insatisfatórios pelo organismo das aves. Apesar de sua importância, os estudos de níveis de exigência dos aminoácidos essenciais para codornas são insuficientes para definir uma nutrição adequada, já que na maioria das vezes as recomendações nutricionais utilizadas nas dietas são baseadas em dados de poedeiras comerciais ou em dados produzidos em outros países, com condições de climáticas diferentes das brasileiras.

Os aminoácidos são necessários para as aves, para atender as necessidades básicas de manutenção, formação de tecidos corporais e deposição de proteína no ovo. A produção de ovos, bem como seu tamanho, está diretamente relacionada com o consumo de proteína diária fornecida na dieta, pois as aves não armazenam proteína, sendo necessário o fornecimento adequado atendendo as exigências para produção de ovos (FREITAS et al., 2005).

O triptofano é aminoácido limitante e essencial, principalmente em dietas com baixa proteína, sendo adicionado na forma sintética em dietas para aves. O catabolismo deste aminoácido produz compostos intermediários necessários para a biossíntese de outras biomoléculas como o nicotinato e serotonina, além de atuar na modulação da resposta imune (NELSON; COX, 2002). A deficiência de triptofano pode interferir na produção do animal, por meio da ação negativa sobre a síntese proteica, o ganho de peso e a eficiência alimentar dos animais (LE FLOC'H; OTTEN, 2011).

Durante os processos de catabolismo, a energia é disponibilizada para o organismo do animal, a fim de suprir as necessidades para o desenvolvimento das atividades corporais e manutenção da homeostase. A energia é o principal componente nutricional que determina o desempenho produtivo e principalmente consumo de ração, portanto, se o aporte energético for insuficiente, poderá ocorrer queda no desempenho produtivo das aves. Em situação inversa pode interferir positivamente na produção e qualidade dos ovos.

Outras alterações também podem ocorrer em função dos níveis de energia e triptofano na alimentação das aves, como o tamanho e morfologia de órgãos,

principalmente aqueles relacionados ao metabolismo energético e absorção de nutrientes, e podem ocorrer em função dos níveis nutricionais fornecidos ao animal.

Uma vez que os alimentos (milho, soja e trigo) utilizados nas rações para aves não suprem as necessidades nutricionais em triptofano e energia e isto faz com que o animal possa apresentar efeitos adversos sobre a produtividade e a resposta imune dos animais. Desta forma, o objetivo do estudo foi avaliar o uso de triptofano digestível e energia metabolizável em dietas para codornas japonesas em fase de produção de ovos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Nutrição de codornas japonesas

A criação de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) é uma atividade em amplo desenvolvimento no Brasil, e muito tem-se pesquisado sobre a nutrição e as reais necessidades nutricionais direcionadas a produção de ovos. Em busca da melhoria dos parâmetros produtivos o atendimento das exigências nutricionais torna-se ponto importante, pois interferem no crescimento, desenvolvimento e produtividade das aves (COSTA et al., 2004).

A exigência das aves em determinado nutriente se refere a sua quantidade requerida para funções básicas de manutenção e produção. Para codornas japonesas os parâmetros fisiológicos e genéticos bem desenvolvidos resultam em rápido crescimento, maturidade sexual precoce, alta produtividade de ovos e longevidade em produção (ALBINO; BARRETO, 2003), podendo ser alterados em função da idade, sexo, manejo, alimentação e nutrição.

Além disso, avaliações na nutrição de codornas japonesas tornam-se importantes, uma vez que os custos com a alimentação podem alcançar 70% do custo de produção (SILVA; RIBEIRO, 2001). A proteína e os aminoácidos sintéticos são responsáveis por 25% de todo o custo com a produção de rações (BARRETO et al., 2006).

Os avanços em estudos do metabolismo proteico e surgimento de aminoácidos sintéticos no mercado têm permitido a formulação de dietas mais próximas da exigência do animal e com baixo custo. Desta forma, é necessário o estabelecimento de níveis nutricionais mínimos que promovam o máximo desempenho produtivo animal.

Na formulação de dietas para aves é comum à utilização de farelo de milho e farelo de soja (LEANDRO, et al. 2001; TORRES, et al. 2003), respectivamente como fonte energética e proteica, e dependendo da formulação da dieta, estes alimentos não apresentam níveis adequados de aminoácidos essenciais para as aves, tais

como metionina, lisina e triptofano, podendo ser utilizados, desde que seja feita a adição de aminoácidos sintéticos nas rações.

As rações para codornas japonesas normalmente eram formuladas com dados obtidos em outros países e em condições climáticas distintas das realidades brasileiras, sendo, muitos desses valores utilizados a partir de dados obtidos de estudos realizados com poedeiras comerciais e recomendados pelo NRC (1994). Na nutrição de codornas japonesas em produção de ovos, os valores de proteína bruta e energia metabolizável, utilizados de acordo com o NRC são respectivamente 200 g/Kg e 2900 Kcal/Kg de ração, e a recomendação de aminoácidos não é apresentada em termos de aminoácidos digestíveis. Rostagno et al. (2011) apresentam valores para formulações de rações para codornas japonesas em postura e recomendam valor de energia metabolizável de 2800 Kcal/Kg de ração, de 187,1 a 199,4 g/Kg de proteína bruta, variando de acordo com o peso corporal da ave, e relação de proteína ideal na suplementação de aminoácidos digestíveis (Tabela 1).

Tabela 1 – Relação de aminoácido digestível:lisina digestível para estimar a exigência de aminoácidos e valores recomendados em função do peso corporal para codornas japonesas na fase de postura

Aminoácido	Relação Aminoácido:Lisina (%)	Peso corporal (Kg)		
		0,165	0,177	0,189
		Recomendação (g/Kg)		
Lisina	100	10,83	10,97	10,45
Metionina	45	4,87	4,94	4,70
Metionina + Cistina	82	8,88	9,00	8,57
Treonina	60	6,50	6,58	6,27
Triptofano	21	2,27	2,30	2,20
Arginina	116	12,56	12,73	12,13
Glicina + Serina	114	12,53	12,51	11,91
Valina	75	8,12	8,23	7,84
Isoleucina	65	7,04	7,13	6,79
Leucina	150	16,24	16,46	15,68
Histidina	42	4,55	4,61	4,39
Fenilalanina	74	8,01	8,12	7,74
Fenilalanina + Tirosina	135	14,62	14,81	14,11

Fonte: Adaptado de Rostagno et al. (2011).

O aminoácido lisina é tido como padrão de referência para a definição das concentrações dos outros aminoácidos essenciais (MILES; CHAPMAN, 2007). No entanto, na formulação de rações, são utilizados valores amplos que não são específicos às diferentes fases da produção de ovos e sim em função do peso da ave (COSTA et al., 2011).

Os aminoácidos são estruturas orgânicas necessárias ao organismo do animal e são utilizados em dietas a fim de atender as exigências para desenvolvimento e produção. Em sua maioria, os aminoácidos, são similares e essenciais, e após absorvidos, atuam em diversas funções metabólicas e ainda como precursores de constituintes não proteicos no corpo, participam em atividades de regulação e manutenção da temperatura corporal, em neurotransmissores e neuroreceptores, e ainda como reguladores de apetite (CARDOSO, 2012).

A relação ideal entre os aminoácidos da dieta torna-se aplicável uma vez que seja considerada a necessidade nutricional do animal na fase de vida produtiva. Como correto balanceamento, o animal não receberá dieta com excesso ou deficiência de aminoácidos, que podem interferir no desempenho produtivo em função da interferência na absorção de outros aminoácidos e gastos elevados de energia pelo organismo para eliminação de nitrogênio em excesso (FERNANDES, 2012).

2.1.1. Relação de proteína ideal para codornas japonesas em fase de postura

A necessidade de fornecimento de proteína na alimentação de codornas é basicamente devido ao fornecimento de aminoácidos e nitrogênio para a síntese de aminoácidos, de forma a propiciar a manutenção do metabolismo das aves e produção de carne e ovos. Além disso, a proteína sintetizada no corpo do animal exerce funções como proteção (sistema imune), formação de tecidos (epitelial, ósseo), bem como ligamentos, músculos e penas (ALBINO et al. 1999). A produção e o tamanho do ovo estão diretamente relacionados com o consumo de proteína dietética, necessitando de fornecimento adequado e atendendo as exigências para

produção de ovos. Tal produção torna-se mais eficiente quando há fornecimento de aminoácidos prontamente digestíveis na ração (PINTO et al., 2003).

A qualidade da proteína e a digestibilidade dos aminoácidos podem ser afetados pela composição e processamento dos ingredientes da ração. A diminuição da digestibilidade tem sido responsável pela diminuição da síntese de proteína corporal e deposição de proteína no ovo, já que afeta a eficiência de utilização e biodisponibilidade da maioria dos aminoácidos (SILVA et al., 2000). O aumento do nível de proteína e do conteúdo de aminoácidos na dieta tem efeitos no tamanho dos ovos proporcionando melhores resultados produtivos para as aves (COON, 2002).

Uma vez que o aminoácido é necessário dentro da célula para síntese proteica, a utilização de aminoácidos digestíveis na formulação de rações para codornas substitui o uso de aminoácidos totais, por apresentar pronta disponibilidade ao organismo animal. Esta total disponibilidade aminoacídica não ocorre quando os animais são alimentados com rações formuladas com base no conceito de proteína bruta, podendo os aminoácidos serem valorizados, quando comparados aos encontrados na base alimentar, ou ainda serem subestimados, quando considerados com mesma digestibilidade que as fontes naturais de alimento (GOMES et al., 2010), não permitindo que as aves expressem todos seu potencial produtivo.

Narváez-Solarte et al. (2005) relatam que os níveis de proteína bruta podem ser diminuídos até 140 g/Kg nas rações, desde que mantida a quantidade de aminoácidos essenciais e o seu balanço aminoacídico, que não haverá influência sobre o desempenho das codornas. Sendo assim, a formulação de rações com base em aminoácidos digestíveis tem sido adotada nas teorias de nutrição de aves, já que promovem maior segurança dos resultados quando feitos ensaios de substituição de alimentos conhecidos com menor porcentagem de proteína bruta (PINTO et al., 2003).

Os avanços nos estudos com de nutrição animal, metabolismo proteico, valores nutricionais e digestibilidade dos ingredientes, juntamente com a produção de aminoácidos industriais, possibilitou a formulação de dietas de baixo custo e menores impactos ao meio ambiente (SUIDA, 2001). Mesmo com o aumento da produção industrial de aminoácidos como metionina e lisina, o custo ainda é elevado

(OLIVEIRA, 1999) em especial quando as rações são à base de milho e farelo de soja.

De acordo com Aletor et al. (2000) o excesso de proteína ou o desequilíbrio de aminoácidos promove carga excessiva de aminoácidos na circulação sanguínea que, para serem metabolizados terão gasto extra de energia, a qual é desviada da produção para os processos de excreção do nitrogênio. A redução das taxas de excreção de nitrogênio pode ser evidenciada com a utilização de aminoácidos digestíveis e da relação de proteína ideal (LORA et al., 2008). É preconizado, portanto, que a formulação de dietas com fontes proteicas e aminoácidos seja feita, estabelecendo o balanço aminoacídico com porcentagem mínima de proteína bruta, levando em consideração o conceito de proteína ideal (PARSONS; BAKER, 1994).

A proteína ideal é definida como o exato balanço entre os aminoácidos requeridos para o máximo desempenho (MILES; CHAPMAN, 2007). Este conceito relaciona-se com o fato de que a exigência de determinado aminoácido essencial, neste caso, aminoácidos digestíveis, passam a ser fornecidos às aves respeitando as melhores proporções entre eles, quando da formulação das rações (MENDONZA et al., 2001).

Moura (2004) afirma que para se formular rações, levando em consideração a base de proteína ideal, torna-se necessária a relação dos aminoácidos metionina, cistina, treonina e triptofano, com o aminoácido lisina, pois sua necessidade é maior com o aumento do peso vivo e da idade, já que o requerimento de manutenção para estes aminoácidos aumenta com a idade da ave. Silva e Costa (2009) relatam que o aminoácido lisina é considerado padrão no conceito de proteína ideal, sendo idealizado como referência para atualizar as necessidades de outros aminoácidos, por meio de relações simples.

Filho et al. (2006) demonstram que na formulação de dietas baseada no conceito de proteína ideal, e com diferentes níveis nutricionais de metionina mais cistina, para poedeiras semipesadas na fase de início de produção até o pico de postura, foi possível reduzir o teor proteico das rações, mantendo adequados os níveis de aminoácidos essenciais às exigências das aves, além de reduzir o impacto da produção animal sobre o meio ambiente por meio da redução da carga de nutrientes presentes nas excretas.

2.2. Triptofano

O triptofano é aminoácido do grupo R-aromático (ROSSI; TIRAPEGUI, 2004), apresentando cadeias laterais aromáticas, sendo relativamente apolar, que pertence à classe dos aminoácidos essenciais (LE FLOC'H; OTTEN, 2011), não sendo produzidos ou com produção insuficiente pelo animal. Pode ser considerado como terceiro aminoácido limitante para aves, antecedido pela metionina e a lisina (DEPONTI et al., 2007; PINHEIRO et al., 2008). Sua forma sintética, L-triptofano, é utilizada na formulação de dietas animais, a fim de atender as necessidades nutricionais, que não são alcançadas com alguns alimentos utilizados na alimentação.

No processo de catabolismo, alguns intermediários são produzidos a partir do aminoácido triptofano, sendo este precursor necessário para a biossíntese de outras biomoléculas importantes, como a serotonina, melatonina, e o nicotinato que é precursor do NAD e do NADP nos animais (NELSON; COX, 2002). O triptofano é a única fonte para a síntese de serotonina, caracterizada como neurotransmissor, e está relacionada com o consumo de ração pelos animais (HENRY et al., 1992).

Pinheiro et al. (2008) observaram que com codornas japonesas de 21 a 30 semanas de idade, que foram alimentadas com dietas contendo cinco níveis de triptofano digestível (1,2; 1,6; 2,0; 2,4 e 2,8 g/Kg Trp dig.), que a dieta que promoveu melhor desempenho foi de 2,1 g/Kg de triptofano digestível, com consumo diário de 45,0 mg/ave de triptofano, e relação triptofano: lisina digestível de 21%.

A limitação dos níveis de triptofano na dieta, comparado com outros aminoácidos essenciais, podem influenciar negativamente a síntese proteica, o ganho de peso e a eficiência alimentar dos animais (JANSMAN et al., 2010). De acordo com Kerr et al. (2005), a ocorrência de déficit de triptofano prejudica a qualidade da carcaça e síntese de neurotransmissores e pode interferir na produção e qualidade dos ovos, uma vez que os aminoácidos são necessários para a formação do albúmen.

Segundo dados do NRC (1994), a exigência de triptofano total para codornas japonesas em fase inicial e de postura é de 2,2 e 1,9 g/Kg, com 240 e 200 g/Kg de PB e 2.900 Kcal de energia metabolizável (EM/Kg de ração) respectivamente.

Rostagno et al. (2011) afirmam que a relação triptofano/lisina digestível usada para estimar as exigências dos aminoácidos para codornas japonesas, é respectivamente de 19 e 21% para fase inicial e postura, considerando aplicação da proteína ideal.

O aminoácido triptofano além de desempenhar suas atividades no organismo do animal também pode ser metabolizado pela via quinurenina, sendo esta associada com a defesa do corpo e modulação da resposta imune (LE FLOC'H; SEVE, 2007). A deficiência de triptofano na alimentação pode influenciar tanto na velocidade da resposta imune quanto na eficiência do controle de doenças, assim como no desempenho produtivo e qualidade dos ovos.

Em pesquisa realizada por Lima et al. (2012), com codornas japonesas, constatou-se em análise histológica que o aumento do nível de triptofano digestível foi responsável pela maior produção de albúmen pelo magno, resultando em maior produção, peso, e massa de ovos, e conversão em massa e por de dúzia de ovos.

2.3. Energia metabolizável

A energia é o principal componente nutricional que determina o desempenho das aves, sendo destinado à produção apenas 20% da energia consumida via dieta (NETO, 2003). O consumo de alimento pelos animais é regulado principalmente pela densidade energética, em calorias, das rações (SAVOLDI, et al. 2012).

A energia não é nutriente, e sim produto da oxidação de nutrientes disponibilizados ao organismo via dieta (RIBEIRO; PINHEIRO; GIANFELICE, 2008), sendo necessária para atividades como síntese proteica e formação do ovo nas aves. Se o aporte energético for insuficiente, poderá ocorrer queda no desempenho produtivo, e se o aporte energético for excessivo, pode levar a superovulação, aumento da produção de ovos com duas gemas, levando ao aumento do intervalo de postura e à redução na produção (NETO, 2003).

Segundo BERTECHINI (2006), a energia contida nos alimentos é dividida em energia bruta, energia digestível, energia metabolizável e energia líquida. Sendo a

fração de energia metabolizável é comumente utilizada nas formulações de rações para aves (SAKOMURA; FORTES; SANTOS, 2004).

Silva e Costa (2009) ao avaliarem modelos de predição para estimar exigência de energia metabolizável com base no peso corporal, ganho de peso e temperatura, observaram que a densidade energética de rações fornecidas às aves e a temperatura ambiente podem modular o consumo de ração. Assim, torna-se válido a relação entre a necessidade energética e o consumo de alimento na formulação de rações, uma vez que o consumo de nutrientes é regulado pela energia pré-determinada via dieta fornecida ao animal.

Em rações de aves poedeiras o conteúdo energético pode variar de 2800 a 2900 Kcal de EM/Kg de ração, e essa variação pode ser alterada de acordo com a fase de produção da ave (ALBINO; BARRETO, 2003).

3. REFERÊNCIAS

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

ALBINO, L.F.T.; SILVA, S.H.M; VARGAS JUNIOR, J.G.; et al.. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, n.3, p.519-525, 1999.

ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIESS, E.; et al. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: Effect on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiencies nutrient utilization. **Journal Science Food Agriculture**, v.80, n.5, p.547-554, 2000.

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

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

CARDOSO, A. S. Exigências nutricionais de treonina e triptofano digestível para poedeira leves de 60 a 76 semanas de idade. Areia PB, 2012, 67f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal da Paraíba, 2012.

COON, C. Feeding egg-type replacement pullets. In: BELL, D. D., JR WEAVER, W. D. (Ed.) Commercial chicken meat and egg production. Massachusetts: **Kluwer Academic Publishers**, p.287-393, 2002.

COSTA, F.G.P.; SOUZA, H. C.; GOMES, C.A.V.; et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem lohmann brown. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.6, p.1421-1427, 2004.

COSTA C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; GOMES, P.C.; et al. 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.

DEPONTI, B.J.; FARIA, D.E.; FARIA FILHO, D.E.; et al. Exigências de triptofano e padrão de recuperação do desempenho de poedeiras comerciais após alimentação com rações deficientes em triptofano. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.5, p. 1324-1330, 2007.

FERNANDES, M.N.S. Aminoácidos digestíveis na nutrição de frangos de corte. **Revista eletrônica Nutritime**. v.9, n.6, p.2135-2153, 2012.

FILHO, J.J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L.; et al. Exigências nutricionais de metionina+cistina para poedeiras semipesadas do início de produção até o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1063-1069, 2006.

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

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

HENRY, Y.; SÈVE, B.; COLLÉAUX, Y.; et al. Interactive effects of dietary levels of tryptophan and protein on voluntary feed intake and growth performance in pigs, in relation to plasma free amino acids and hypothalamic serotonin. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1873-1887, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). Produção da Pecuária municipal 2009. v.37, 2009. **Disponível em:** <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2009/ppm2009.pdf>>. Acesso em: 12 Dez 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA - IBGE. Produção da Pecuária municipal 2010. v.38, 2010. **Disponível em:** <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/ppm2010.pdf>>. Acesso em: 12. Dez 2013.

JANSMAN, A.J.M.; DIEPEN, J.T.M.; MELCHIOR, D. The effect of diet composition on tryptophan requirement of young piglets. **Journal of Animal Science**, v.88, p.1017-1027, 2010.

KERR, B.J.; MORAN JUNIOR, E.T.; KIDD, M.T. Effect of supplementary tryptophan prior to marketing on carcass quality in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**. v.14, p.306-314, 2005.

LEANDRO, N.S.M.; STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B. Efeito da granulometria do milho e do farelo de soja sobre o desempenho de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.4, p.1266-1271, 2001.

LE FLOC'H, N.; SEVE, B. Biological roles of tryptophan and its metabolism: potential implications for pig feeding. **Livestock Science**, v. 112, p.23-32, 2007.

LE FLOC'H, N.; OTTEN, W. Tryptophan metabolismo, from nutritional to potential therapeutic applications. **Amino acids**. v.41, p.1195-1205, 2011.

LIMA, M.R. Exigências nutricionais de treonina e triptofano para codornas japonesas e galinhas poedeiras leves em postura, Areia, 2012. 133f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Areia, 2012.

LIMA, M.R.; COSTA, F.G.P.; GUERRA, R.R.; et al. Aminoácidos funcionais na nutrição de poedeiras. *Revista do ovo*. ed. 08 de maio de 2012. **Disponível em:** <<http://ovosite.com.br/cet/index.php?pagina=3&area=3>>. Acesso em: 20 Jan 2014.

LORA, A.; PENA, S.M. ; ALBINO, L. F. T. ; et al. Redução da excreção de nutrientes pelo uso de diferentes estratégias nutricionais em aves e suínos. In: V SIMPÓSIO

SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, **Anais...** Cascavel, PR., 2008. p.113-124.

MENDOZA, M.O.B.; COSTA, P.T.C.; KATZER, L.H.; et al. Desempenho de frangos de corte, sexados, submetidos a dietas formuladas pelos conceitos de proteína bruta versus proteína ideal. **Ciência Rural**, v.31, n.1, p.111-115, 2001.

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 2014.

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.

NETO, G.J. Aspectos nutricionais que afetam as características específicas do ovo de incubação. In: COFERÊNCIA APINCODE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, p.145-164, 2003.

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

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

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios de bioquímica**. 3^a ed. São Paulo: Sarvier, 2002, 975p.

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

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

PINHEIRO, S.R.F.; BARRETO, S.L.T.; CARVALHO, D.C.O.; et al. Níveis de triptofano digestível na dieta e a qualidade dos ovos de codornas japonesas de 21 a 30 semanas de idade. **Arquivos de Veterinária**. v.24, n.3, p.193-199, 2008.

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

RIBEIRO, A.M.L.; PINHEIRO, C.C.; GIANFELICE, M. Nutrientes que afetam a imunidade dos leitões. **Acta Scientiae Veterinariae**. v.36, suplemento 1, p.119-124, 2008.

ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. Implicações do sistema serotoninérgico no exercício físico. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**. v.48, n.2, p.226-231, 2004.

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

SAKOMURA, N.; FORTES, C.M.; SANTOS, F. Determinação da digestibilidade dos alimentos para aves. In: CURSO DA FISILOGIA DA DIGESTÃO E METABOLISMO DOS NUTRIENTES EM AVES, 2004, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal, 2004.

SAVOLDI, T.L.; NUNES, R.V.; SCHEFER, C.; et al. Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para o desempenho de pintos de corte de 1 a 10 dias de idade. **Scientia Agraria Paranaensis**. v.11, suplemento, p.49-58, 2012.

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

SILVA, J.H.V.; RIBEIRO, L.G.R. **Tabela nacional de exigência nutricional de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*)**. 1ª ed, Bananeiras, PB: DAP/UFPB/Campus IV, 2001, 21p

SILVA, J.H.V., COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e europeias**. 2ª ed., Ed. FUNEP, Jaboticabal, SP, 110p, 2009.

SUIDA, D. Proteína ideal, energia líquida e modelagem. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL. **Anais...** Santa Maria, RS, 2001.

TORRES, D.M.; COTA, J.T.B.; TEIXEIRA, A.S.; et al. Dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com enzimas na alimentação de frangos e corte. **Ciências Agrotécnicas**. v.27, n.1, p-199-205, 2003.

CAPÍTULO 1

Níveis nutricionais de triptofano digestível e energia metabolizável para codornas japonesas em postura

*Artigo elaborado conforme as normas para submissão de artigos científicos da
revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*

Níveis nutricionais de triptofano digestível e energia metabolizável para codornas japonesas em postura

Nutritional levels of digestible tryptophan and metabolizable energy for Japanese laying quails

RESUMO

Com o objetivo de avaliar níveis nutricionais de triptofano digestível e energia metabolizável na dieta de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de postura, foi conduzido um experimento com 810 aves, fêmeas com idade e peso inicial de 73 dias e $171,80 \pm 3,58$ g. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 5x2 com 5 níveis de triptofano digestível (1,770; 2,270; 2,770; 3,270 e 3,770 g/Kg) e 2 níveis de energia metabolizável (2800 e 2900 Kcal/Kg de ração), com 10 tratamentos, nove repetições e nove aves por unidade experimental. Foram avaliados consumo de ração (g/ave/dia), taxa de postura (%), peso médio dos ovos (g), massa dos ovos (g/ave/dia), conversão alimentar (g de ração/g de ovo e Kg de ração/dúzia de ovos), peso absoluto (g) e relativo (%) de albúmen, gema e casca, e unidade de Haugh. Não foram observados efeitos significativos para as variáveis de desempenho e qualidade de ovos com os níveis de triptofano digestível e energia metabolizável estudados, exceto para o peso relativo de casca. Foi observada redução linear do peso relativo de casca (PRCAS) com aumento dos níveis de triptofano digestível e 2800 Kcal de EM/Kg de ração. Concluiu-se que para codornas japonesas em postura a necessidade de triptofano digestível é de 1,770 g/Kg em rações contendo 2800 e 2900 Kcal de EM/Kg de ração, correspondendo respectivamente ao consumo diário de 44,05 e 42,18 mg/ave.

Palavras-chave: aminoácido; desempenho, nutrição, qualidade de ovo

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate nutritional levels of digestible tryptophan and metabolizable energy diets of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) in laying phase was conducted an experiment with 810 birds, females with age and starting weight of 73 days and 171.80 ± 3.58 g. A completely randomized design was used, in

a 5x2 factorial experimental design with five levels of digestible tryptophan (1.770; 2.270; 2.770; 3.270 and 3.770 g/Kg) and two levels of metabolizable energy (2800 and 2900 Kcal/Kg of feed), with ten diets, nine replicates and nine birds per experimental unit. Feed intake (g/bird/day), laying rate (%), egg weight (g), egg mass (g/bird/day), feed conversion (g feed intake per g egg and Kg of feed intake per dozen eggs), absolute (g) and relative weight (%) of albumen, yolk and shell, and Haugh unit, were characteristics evaluated. No significant effects were observed for the performance and quality of eggs in digestible tryptophan and metabolizable energy studied levels except for the relative weight of shell. Linear reduction was observed relative weight of shell (PRCAS) of eggs produced by quails fed with diets containing different levels of digestible tryptophan and 2800 Kcal/Kg of feed. It was concluded that for Japanese quail in laying phase should have 1.770 g/Kg of digestible tryptophan in rations containing 2800 and 2900 Kcal EM/Kg of feed, corresponding respectively to the daily intake of 44.05 and 42.18 mg/bird to maximize egg production.

Keywords: amino acids; performance, nutrition, egg quality

4. INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira tem apresentando crescente aumento na eficiência dos parâmetros de produção de ovos. Esses resultados são produtos dos investimentos feitos em nutrição, principalmente em termos de necessidades nutricionais de aminoácidos essenciais, proteína e energia. Desta forma, o desenvolvimento de pesquisas tem sido impulsionado com o intuito de melhorar a eficiência das aves (Albino e Barreto, 2003).

No início da implantação de sistemas industriais coturnícolas as rações eram formuladas para atender a necessidade de proteína bruta das aves, e apresentavam altos níveis de aminoácidos ou desequilíbrio entre eles, quando comparados ao aminoácido lisina. Esse desbalanço de aminoácidos faz com que seja necessária a excreção do excesso de nitrogênio (Pinheiro *et al.*, 2008a).

A proteína corporal das aves, como a de outros animais, encontra-se em estado dinâmico de anabolismo e catabolismo, e ao mesmo passo ocorre à liberação e utilização de vários aminoácidos (Murakami, 2002). Sendo assim, a ingestão diária de aminoácidos via dieta são necessários para atender necessidade de manutenção e

de produção, que no caso das aves de postura, é a produção de ovos em termos quantitativos e qualitativos.

A intensificação da produção e a disponibilidade de aminoácidos sintéticos possibilita a formulação de dietas com níveis reduzidos de proteína bruta, em relação aos recomendados em tabelas (Ton *et al.*, 2012), além de permitir nutrição aminoacídica mais precisa, em termos de proteína ideal, o que faz com que haja melhoria na eficiência de utilização dos aminoácidos para a síntese de proteína corporal e conseqüentemente melhor utilização da energia da dieta para atender os parâmetros de desempenho das aves (Corrêa *et al.*, 2006). Dentre os estudos com aminoácidos essenciais necessários às aves, poucas são as referências encontradas com o uso de triptofano na nutrição de codornas japonesas em fase de produção de ovos.

O triptofano pertence ao grupo dos aminoácidos aromáticos. É essencial ao organismo animal não sendo produzido ou produzido em quantidade insuficiente pelo animal. Em formulações a base de milho e farelo de soja, com suplementação de metionina mais cistina e lisina, o triptofano é considerado o próximo limitante (Peganova e Eder, 2003).

De acordo com o Rostagno *et al.* (2011) a exigência de triptofano digestível, para codornas japonesas em fase de produção de ovos, pode variar entre 2,2 e 2,3g/Kg. No entanto, os valores de recomendação podem variar em função do padrão genético e as condições de criação dos animais (Garcia, 2004). As aves mais produtivas necessitam de maior aporte de aminoácidos para a síntese de proteína depositada no corpo e no ovo.

Outro fator nutricional que apresenta forte relação com o desempenho das aves é a energia, regulando o consumo de ração e participando de todas as atividades do organismo do animal. Uma fração de aproximadamente 20% da energia produzida é direcionada à produção de ovos, de forma que se os níveis estiverem em deficiência, resultará em decréscimo na produção, em termos quantitativos (Araújo e Peixoto, 2005), ou em termo de peso de ovo. Por outro lado, o excesso de energia na dieta pode resultar em aumento do intervalo de postura, e redução no desempenho das aves (Neto, 2003), que pode ocorrer devido ao acúmulo de tecido adiposo na cavidade abdominal.

Na produção de ovos de codornas japonesas, programa de alimentação adequado, que atenda as necessidades nutricionais das aves, é essencial para desempenho

produtivo em qualquer fase da criação, o que torna necessários estudos com exigências nutricionais na fase de postura. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o desempenho de codornas japonesas em fase de postura alimentadas com diferentes níveis de triptofano digestível e energia metabolizável.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Avicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo – CCAUFES, localizado na área experimental de Rive, município de Alegre no Estado do Espírito Santo.

Foram utilizadas 810 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) fêmeas, com idade de 73 dias e peso médio inicial de $171,80 \pm 3,58$ gramas, durante período experimental de 84 dias, divididos em quatro períodos de 21 dias. Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade, sendo a ração fornecida duas vezes ao dia de forma a reduzir possíveis desperdícios.

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, disposto em sentido leste oeste, com pé direito de três metros e cobertura de telhas de barro. Foram utilizadas trinta gaiolas de arame galvanizado em arranjo do tipo bateria com cinco andares. Cada gaiola apresentava dimensões de 1m de comprimento por 0,33m de largura por 0,15m de altura e subdivisões internas de forma a constituir três unidades experimentais de aproximadamente $0,11\text{m}^2$ cada uma. Comedouros tipo calha, bebedouros automáticos do tipo *nipple* e bandejas coletoras de excretas foram disponibilizados respectivamente nas partes anterior, posterior e inferior às gaiolas. As aves foram distribuídas nas unidades experimentais (UE) considerando o peso corporal e a produção de ovos como critério de seleção. Para esta distribuição, no período pré-experimental, as aves foram submetidas a amostragem de peso em balança com variação de 0,01 gramas, e distribuídas considerando a média de peso, mais ou menos o desvio padrão. Após a distribuição por peso, foi feito o controle da produção de ovos, durante 15 dias, para a distribuição das aves, considerando a taxa de postura.

Foram utilizadas dietas a base de milho, farelo de soja e farelo de trigo de forma a conter 30,50 g/Kg de cálcio, 3,23 g/Kg de fósforo disponível, 1,55 g/Kg de sódio, 10,83 g/Kg de lisina, 8,88 g/Kg de metionina + cistina e 6,50 g/Kg de treonina digestível (Rostagno *et al.*, 2011), e 200,00 g/Kg de PB (Tab. 1).

As aves utilizadas para os ensaios foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com dez tratamentos, nove repetições e nove aves por unidade experimental. Foi utilizado esquema fatorial de 5x2, sendo cinco níveis de triptofano digestível (1,770; 2,270; 2,770; 3,270 e 3,770 g/Kg) e dois níveis de energia metabolizável (2800 e 2900 Kcal/Kg). Para a fabricação das rações, e consequentemente obtenção dos níveis intermediários (2,270; 2,770 e 3,270 de Trp dig), utilizou-se o princípio da diluição das rações basais, segundo Sakomura e Rostagno (2007).

Tabela 1. Composição milesimal e nutricional das rações experimentais para codornas em postura

Ingrediente (g/Kg)	2800 Kcal EM		2900 Kcal EM	
	1,770	3,770	1,770	3,770
Milho moído	523,033	515,781	523,211	526,287
Farelo de Soja (450,0 g/Kg)	180,661	196,923	144,944	144,419
Farelo de trigo	100,000	100,000	100,000	100,000
Glúten milho (600,0g/Kg)	74,059	63,491	100,000	100,000
Farinha de carne e ossos (440,0 g/Kg)	34,923	34,515	35,948	35,937
Calcário	67,530	67,573	67,403	67,407
Óleo de soja	2,000	5,000	11,490	10,000
Sal comum	2,865	2,870	2,858	2,857
L-Lisina HCl (784,0 g/Kg)	4,381	3,997	5,229	5,239
DL-Metionina (990,0 g/Kg)	3,017	3,098	2,820	2,817
L-Treonina (985,0 g/Kg)	0,096	0,066	0,149	0,149
L-Triptofano (980 g/Kg)	0,000	1,974	0,132	2,168
L-Glutâmico	4,715	1,992	3,096	0,000
CL Colina (600,0 g/kg)	1,000	1,000	1,000	1,000
Suplemento vitamínico ¹	1,000	1,000	1,000	1,000
Suplemento mineral ²	0,500	0,500	0,500	0,500
Aditivos ³	0,220	0,220	0,220	0,220
TOTAL	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
Composição química calculada				
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2800	2800	2900	2900
Proteína Bruta (g/Kg)	200,000	200,000	200,000	200,000
Nitrogênio (g/Kg)	33,155	33,155	33,155	33,155
Cálcio (g/Kg)	30,500	30,500	30,500	30,500
Fósforo disponível (g/Kg)	3,230	3,230	3,230	3,230
Sódio (g/Kg)	1,550	1,550	1,550	1,550
Lisina digestível (g/Kg)	10,830	10,830	10,830	10,830
Metionina + Cistina digestível (g/Kg)	8,880	8,880	8,880	8,880
Treonina digestível (g/Kg)	6,500	6,500	6,500	6,500
Triptofano digestível (g/Kg)	1,770	3,770	1,770	3,770
Balanço Eletrolítico (mEq/Kg)	122,74	131,61	102,28	102,19

¹ Suplemento vitamínico (por Kg do produto): vitamina A-8.000.000 UI; vitamina D3-2.000.000 UI; vitamina K3-1.8000 mg; vitamina B1-1.500 mg; vitamina B12-12.000 mcg; vitamina B2-5.000 mg; vitamina B6-2.800 mg; vitamina E-15.000 UI; niacina-35g; biotina-25 mg; ácido pantotênico-12 g; ácido fólico-750 mg; Butil-hidroxi-tolueno-1.000 mg.

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

³ Butil-hidroxi-tolueno. Bacitracina de Zinco.

Foi utilizado programa de 24 horas de luz contínua, sendo considerada luz natural mais luz artificial. As mensurações de temperatura do ar e umidade relativa do ar

dentro das instalações foram registradas por meio de *data logger*, com registros simultâneos a cada 60 minutos, totalizando 24 leituras diárias.

Foram avaliados o consumo de ração (g/ave/dia), a taxa de postura (%), o peso médio dos ovos (g), a massa de ovos (g de ovo/ave/dia), a conversão alimentar (g/g e Kg/dúzia) e variáveis de qualidade de ovos como peso médio absoluto (g) e relativo (%) de albúmen, gema e casca e unidade Haugh.

Ao final dos períodos experimentais o consumo de ração foi calculado, utilizando a diferença entre a ração fornecida e as sobras. Durante a fase experimental, as aves mortas e as sobras das rações foram pesadas para ajustar o controle do consumo, taxa de postura e conversão alimentar (Sakomura e Rostagno, 2007). A produção de ovos foi avaliada por meio de coletas diárias, sempre às 08:00 horas, considerando o número total de ovos, incluindo ovos comerciais e não comerciais (bicados e de casca mole). A taxa de postura, o peso médio dos ovos, a massa de ovos e a conversão alimentar (g/g e Kg/dz) foram obtidas considerando o número de ovos comerciais.

Ao final de cada período experimental, foram coletados nos três últimos dias, 5 ovos por dia de cada unidade experimental, totalizando 15 ovos/UE, para mensuração do peso médio dos ovos de forma a obter valores de massa de ovos, conversão alimentar e parâmetros de qualidade dos ovos. Para o cálculo do peso médio dos ovos (g) o total de ovos selecionados foi pesado em balança com precisão de 0,01g. Do total de ovos selecionados, cinco ovos foram separados e utilizados para a determinação dos parâmetros da qualidade de ovos (peso absoluto e relativo de albúmen, gema, e casca). Os ovos foram quebrados, tendo a gema separada do albúmen e casca. Pesou-se as gemas e as cascas dos ovos de cada unidade experimental e por diferença, obteve-se o peso do albúmen. Antes da pesagem das cascas, as mesmas foram lavadas e secadas em estufa de circulação de ar forçado a 65°C por 24 horas, para que fosse feita a pesagem. Para determinação da unidade Haugh foram selecionados três ovos, que foram 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, disposto em superfície plana e nivelada.

Para o cálculo da unidade Haugh foi considerada a equação descrita por Haugh (1937): $HU = 100 \times \text{Log}(H - 1,7 \times W^{0,37} + 7,6)$. Onde H é a altura do albúmen espesso e W é o peso do ovo inteiro.

Os dados obtidos foram submetidos às análises estatísticas utilizando o programa Sistema para Análises Estatística e Genética da Universidade Federal de Viçosa (SAEG, 2007), por meio de análise de variância, teste F e modelos polinomiais. O modelo estatístico utilizado foi $\hat{Y}_{ijk} = \mu + N_i + P_j + N_i / P_j + E_{ijk}$, onde:

\hat{Y}_{ijk} = parâmetro observado na unidade experimental k, do nível de triptofano digestível dentro do nível de energia metabolizável; μ = média geral observada; N_i = efeito do nível de nutriente (triptofano digestível) i, i = 1,770; 2,270; 2,770; 3,270; 3,770 g/Kg de triptofano digestível; P_j = efeito do nível de energia metabolizável j, j = 2800 ou 2900 Kcal EM; N_i / P_j = efeito do nível de nutriente i, dentro do nível de energia metabolizável j; E_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Independente do efeito de interação entre os níveis de triptofano e de energia, foi feito o desdobramento de forma a determinar o efeito dos níveis de triptofano digestível dentro de cada nível de energia metabolizável estudado, a fim de se obter a recomendação de triptofano digestível em função do nível de energia estudado.

O estudo foi realizado de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-UFES), com certificado e protocolo nº 051/2013.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura e umidade relativa do ar registradas durante o período experimental foram de $24,3 \pm 3,7^\circ\text{C}$ e $70,7 \pm 13,1\%$. De acordo com Oliveira (2004) a faixa de conforto térmico está entre temperaturas de 18 a 21°C e umidade relativa do ar entre 65 e 70%. Albino e Barreto (2003) afirmam ainda que codornas japonesas apresentam boa produção mesmo em condições de estresse térmico, destacando temperaturas entre 5 e 30°C , podendo concluir que as aves estavam alojadas em condições de estresse térmico por calor durante o período experimental.

Os níveis de triptofano digestível e energia metabolizável dos tratamentos testados não influenciaram significativamente ($P > 0,05$) consumo de ração, taxa de postura e peso médio dos ovos (Tab. 2).

Pinheiro *et al.* (2008a) ao avaliar diferentes níveis de triptofano digestível (1,2; 1,6; 2,0; 2,4 e 2,8 g/Kg) em dietas para codornas japonesas não encontraram efeito significativo para consumo de ração. De forma semelhante, Rizzo *et al.* (2008) em rações contendo quatro níveis de triptofano digestível (2,3; 4,8; 7,3 e 9,8 g/Kg) e 2800 Kcal EM/ kg de ração. No entanto, Harms e Russel (2000); Peganova e Eder

(2003) e Calderano *et al.* (2012), em trabalhos com poedeiras, obtiveram efeito linear crescente dos níveis de triptofano sobre consumo de ração.

Barreto *et al.* (2007) em experimento avaliando diferentes níveis de energia metabolizável (2650; 2750; 2850; 2950; 3050 Kcal/Kg), para codornas japonesas na fase inicial de postura, encontraram redução linear do consumo com aumento da energia da ração.

Tabela 2. Consumo de ração (CR), taxa de postura (TP) e peso médio dos ovos (PMO) de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de triptofano digestível e energia metabolizável

Triptofano digestível (%)	CR (g)		TP (%)		PMO (g)	
	2800	2900	2800	2900	2800	2900
1,770	24,89	23,83	93,80	94,73	11,79	11,74
2,270	25,08	24,01	93,45	93,02	12,08	11,85
2,770	25,01	23,51	93,77	93,35	12,02	11,73
3,270	24,98	24,34	94,29	93,65	11,91	11,76
3,770	25,20	24,05	94,40	94,22	12,03	11,79
Média	25,03	23,95	93,94	93,79	11,97	11,77
Probabilidade	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Efeito	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	2,871		2,926		2,573	

NS - Não Significativo

Partindo do princípio de que os níveis de energia das rações utilizadas (2800 e 2900 Kcal EM/ kg) neste experimento estão atendendo as recomendações nutricionais (Rostagno *et al.*, 2011), pode-se inferir que estão sendo utilizado de forma eficientes para a mantença e para síntese proteica para formação do ovo. Por outro lado, Pinheiro *et al.* (2008a), ao trabalhar com codornas japonesas em postura, observaram efeito linear crescente da taxa de postura com aumento dos níveis de triptofano (1,2; 1,6; 2,0; 2,4 e 2,8 g/Kg) nas rações e para cada 1 g/Kg de triptofano digestível adicionado à dieta, ocorreu aumento de 21,16% na produção de ovos até o nível máximo de 2,142 g/Kg de triptofano digestível.

Avaliando taxa de postura de codornas japonesas em termos de ovos comercializáveis e não comercializáveis, Barreto *et al.* (2007) e Moura *et al.* (2008) não observaram efeitos significativos.

Em estudo com codornas japonesas em postura, Lopéz *et al.* (2005) e Pinheiro *et al.* (2008a), não observaram alterações significativas no peso médio dos ovos quando as aves eram alimentadas com diferentes níveis de triptofano digestível. Porém, resultado de Antar *et al.* (2004) encontraram efeito significativo para peso médio de ovos de poedeiras comerciais.

Foi observado que o peso médio dos ovos foi maior para os tratamentos com menor densidade energética (2800 Kcal EM/Kg de ração) do que os tratamentos com maior densidade energética (2900 Kcal EM/Kg de ração). Esses resultados podem estar relacionados ao maior consumo diário de ração pelas aves, quando comparados em termos numéricos, das dietas contendo a menor densidade de energia, o que pode ter feito com que tivesse maior aporte de nutrientes direcionados para a formação do ovo.

A massa de ovo é a quantidade de ovo em gramas produzido por ave por dia, ou seja, é relação direta entre a taxa de postura e o peso médio dos ovos. Como não foram observadas diferenças significativas para taxa de postura e peso dos ovos, da mesma forma, não se obteve diferenças significativas para a massa de ovo (Tab. 3). Ao ser comparado níveis de energia em termos absolutos, percebe-se maior massa de ovos no menor nível de energia (2800 Kcal/Kg).

Tabela 3. Massa de ovo (MO), conversão alimentar por massa de ovo (CAGG) e conversão alimentar quilograma por dúzia de ovos (CAKD) de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de triptofano digestível e energia metabolizável

Triptofano digestível (%)	MO (g ovo/ave/dia)		CAGG(g/g)		CAKD (Kg/dz)	
	2800	2900	2800	2900	2800	2900
1,770	11,05	11,12	2,25	2,14	0,32	0,30
2,270	11,28	11,02	2,22	2,18	0,32	0,31
2,770	11,27	10,95	2,22	2,15	0,32	0,30
3,270	11,23	11,01	2,22	2,21	0,32	0,31
3,770	11,36	11,10	2,22	2,16	0,32	0,30
Média	11,24	11,04	2,23	2,17	0,32	0,30
Probabilidade	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Efeito	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	2,755		3,701		4,531	

NS - Não Significativo.

Rech *et al.* (2010) não observaram efeito significativo para massa de ovos de poedeiras leves de 31 a 47 semanas de idade com os níveis de triptofano (1,75; 1,95; 3,92 e 5,91 g/Kg) estudados. Resultado semelhante foi observado por Antar *et al.* (2004) e Pinheiro *et al.* (2008a) ao estudarem níveis de triptofano digestível, respectivamente, em dietas para galinhas poedeiras, e codornas japonesas em postura

Os níveis de triptofano digestível e energia metabolizável das dietas avaliadas não influenciaram de forma significativa os parâmetros de conversão alimentar por massa de ovo e por dúzia de ovos. No entanto é observado melhora da conversão em maiores níveis de energia.

Calderano *et al.* (2012) observaram redução linear para conversão alimentar g/g em poedeiras leves com 40 semanas de idade alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de triptofano digestível (1,57; 1,68; 1,79; 1,90 e 2,10 g/Kg).

Os níveis de triptofano digestível e de energia metabolizável não influenciaram significativamente ($P>0,05$) variáveis peso absoluto de albúmen (PALB), de gema (PGEMA), e de casca (PCASC) (Tab. 4).

Tabela 4. Peso absoluto de albúmen (PALBU), de gema (PGEMA) e de casca (PCASC) de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de triptofano digestível e energia metabolizável

Triptofano digestível (%)	PALB (g)		PGEMA (g)		PCASC (g)	
	2800	2900	2800	2900	2800	2900
1,770	7,13	7,09	3,80	3,71	0,98	0,96
2,270	7,28	7,23	3,88	3,78	0,99	0,98
2,770	7,35	7,22	3,92	3,77	0,98	0,95
3,270	7,24	7,10	3,85	3,75	0,98	0,96
3,770	7,30	7,18	3,91	3,78	0,97	0,96
Média	7,26	7,17	3,87	3,76	0,98	0,96
Probabilidade	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Efeito	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	3,549		3,830		3,928	

NS - Não Significativo.

Por outro lado, Pinheiro *et al.* (2008b) observaram menor peso absoluto de albúmen de ovos de codornas japonesas ao nível de 1,9 g/kg de triptofano. Em estudo com níveis de energia metabolizável Barreto *et al.* (2007) observaram peso máximo de albúmen no nível de 2943 e Kcal de EM/Kg.

Moura *et al.* (2008) não observaram efeitos significativos para peso de gema ao avaliarem dietas contendo diferentes densidades energéticas.

Não foram observados efeitos significativos ($P>0,05$) dos níveis de triptofano digestível, independente do nível de energia utilizado, sobre as variáveis de peso relativo de albúmen (PRALB), de gema (PRGEM) e de casca (PRCAS) e para unidade Haugh (Tab. 5), exceto para peso relativo de casca (PRCAS) no nível de 2800 Kcal/Kg de ração. Em estudo semelhante, Cardoso (2012) não observou efeitos significativos dos níveis de triptofano digestível (1,67 a 1,99 g/Kg) sobre a porcentagem de albúmen.

Tabela 5. Peso relativo de albúmen (PRALB), de gema (PRGEM) e de casca (PRCAS) e unidade Haugh (HU) de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de triptofano digestível e energia metabolizável

Triptofano digestível (%)	PRALB (%)		PRGEM (%)		PRCAS (%)		HU	
	2800	2900	2800	2900	2800	2900	2800	2900
1,770	59,86	60,25	31,91	31,56	8,22	8,18	90,72	90,97
2,270	59,88	60,30	31,94	31,49	8,17	8,20	89,99	90,32
2,770	60,04	60,47	31,97	31,56	7,99	7,96	90,84	90,97
3,270	60,00	60,10	31,88	31,72	8,11	8,18	91,82	90,89
3,770	59,95	60,22	32,08	31,70	7,97	8,07	90,57	90,95
Média	59,95	60,27	31,96	31,61	8,09	8,12	90,79	90,82
Probabilidade	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	≤0,034	>0,05	>0,05	>0,05
Efeito	NS	NS	NS	NS	L	NS	NS	NS
CV(%)	1,450		2,558		3,038		2,008	

L - Efeito linear; NS - Não Significativo

Resultados semelhantes foram observados por Calderano *et al.* (2012) utilizando diferentes níveis de triptofano digestível para poedeiras leves. No entanto, para a variável de peso relativo de casca, em dietas contendo 2800 Kcal de EM, foi observado redução linear ($Y = 8,40297 - 1,12041X$ $R^2 = 0,64$), de 1,12% de casca para cada variação de 0,1 g/Kg de triptofano digestível na ração. O decréscimo na porcentagem de casca pode ser sugerido por maior valor absoluto da taxa de postura, resultando em diminuição do tempo de formação do ovo no trato reprodutor da fêmea e diminuição da deposição da casca do ovo.

A ausência de efeito significativo para unidade Haugh também foi observado por Deponti *et al.* (2004) ao trabalhar com poedeiras leves.

A unidade Haugh é variável que representa a qualidade do ovo em função da quantidade albúmen presente no ovo, sendo determinada em função do peso do ovo e da altura do albúmen espesso. Valores maiores da unidade demonstram melhor qualidade de ovo. Sendo assim, ovos com mesmo peso podem apresentar resultados diferentes, e com mesmo valor de HU podem apresentar pesos diferentes (Cotta, 2002). Segundo Williams (1992) a quantidade de albúmen é pouco influenciada pela nutrição, ambiente e instalações, e está relacionado com a genética da ave. O albúmen espesso é mais rico em proteína e apresenta menos quantidade de água que o albúmen fluido, sendo os valores encontrados justificados pela produção de albumina depositada no ovo.

7. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que a necessidade de triptofano digestível em rações contendo 2800 e 2900 Kcal de energia metabolizável é de 1,770 g/Kg, correspondendo respectivamente ao consumo diário de 44,05 e 42,18 mg/ave.

8. REFERÊNCIAS

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

ANTAR, R.S.; HARMS, R.H.; SHIVAZAD, M. et al. Performance of commercial laying hens when six percent corn oil is added to the diet at various ages and with different levels of tryptophan and protein. *Poultry Science*, v.83, p.447-455, 2004.

ARAÚJO, J.S.; PEIXOTO, R.R. Níveis de energia metabolizável em rações para poedeiras de ovos marrons nas condições de inverno no extremo sul do Brasil. *Archivos de Zootecnia*, v.54, p.13-23, 2005.

BARRETO, S.L.T.; QUIRINO, B.J.S.; BRITO, C.O. et al. Níveis de energia metabolizável para codornas japonesas na fase inicial de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.1, p.79-85, 2007.

BERTECHINI, A.G. O ovo de codorna. In: III SIMPÓSIO INTERNACIONAL E II CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2007, *Anais...* Lavras, MG:NECTA, 2007, p.32-34.

CALDERANO, A.A.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Digestible tryptophan:digestible lysine ratio in diets for laying hens from 24 to 40 weeks of age. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n.10, p.2176-2182, 2012.

CARDOSO, A. S. *Exigências nutricionais de treonina e triptofano digestível para poedeira leves de 60 a 76 semanas de idade*. 2012. 67f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

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

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

DEPONTI, B.J.; FARIA, D.E.; SILVA, F.H.A. Determinação da exigência de triptofano para poedeiras brancas com 51 semanas de idade. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.6, p.31, 2004.

GARCIA, J.R.M. *Avanços na nutrição da poedeira moderna*. 2004 Disponível em: <http://www.hylinedobrasil.com.br/files/6_palestra-CBNA.pdf> Acesso em: 13 Fev 2014.

HARMS, R.H.; RUSSEL, G.B. Evaluation of tryptophan requirement of the comercial layer by using a corn-soybean meal basal diet. *Poultry Science*, v.79, p.740-742, 2000.

HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. *United States Egg Poultry Magazine*. v.43, p.552-555, 1937.

LIMA, M.R.; COSTA, F.G.P.; MORAIS, S.A.N. et al. Relação triptofano digestível:lisina digestível sobre qualidade de ovos de poedeiras leves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2010, *Anais...* Salvador, BA: SBZ, 2010.

LÓPEZ, L.B.; LEÓN, L.C.; PARRA, A.A. Efecto de la suplementación com triptofano em codornices (*Coturnix coturnix japonica*). *Revista de Medicina Veterinária*, n.9, p.83-87, 2005.

MOURA, G.S.; BARRETO, S.L.T.; DONZELE, J.L. et al. Dietas de diferentes densidade energéticas mantendo constante a relação energia metabolizável:nutriente para codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.9, p.1628-1633, 2008.

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

NETO, G.J. Aspectos nutricionais que afetam as características específicas do ovo de incubação. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA. 2003, *Anais...* Santos, SP: FACTA, 2003, p.145-164.

OLIVEIRA, B.L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA. 2004, *Anais...* Lavras: NECTA, 2004. p.91-96.

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

PEGANOVA, S.; HIRCHE, F.; EDER, K. Requirement of tryptophan in relation to the supply of large neutral amino acids in laying hens. *Poultry Science*, v.82, p.815-822, 2003.

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

PINHEIRO, S.R.F.; BARRETO, CARVALHO, D.C.O. et al. Níveis de triptofano digestível na dieta e a qualidade dos ovos de codornas japonesas de 21 a 30 semana de idade. *Revista de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.24, n.3, p.193-199, 2008b.

RECH, O.A.; PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N. et al. Efeito da linhagem, espaço na gaiola e nível de triptofano dietético no desempenho de poedeiras comerciais. *Semina: Ciência Agrícola*, v.31, n.4, p.1051-1058, 2010.

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: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV, 2011, 251 p.

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

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

SAEG. *Sistema para análise estatística e genética*: Universidade Federal de Viçosa – UFV. SAEG – Versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

WILLIAMS, K.C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. *World Poultry Science Journal*, v.48, p.5-16, 1992.

CAPÍTULO 2

Níveis nutricionais de triptofano digestível e energia metabolizável sobre parâmetros morfofisiológicos de codornas japonesas em postura

Capítulo 2 - Níveis nutricionais de triptofano digestível e energia metabolizável sobre parâmetros morfofisiológicos de codornas japonesas em postura

RESUMO

A alteração de nutrientes nas dietas e a manipulação nutricional das aves vêm ganhando espaço nas pesquisas por interferir diretamente nos parâmetros fisiológicos e homeostase do organismo animal. Neste intuito foi realizado um experimento no Setor de Avicultura da Universidade Federal do Espírito Santo, com o objetivo de avaliar níveis de triptofano digestível e energia metabolizável na dieta de postura, e sua relação sobre parâmetros morfofisiológicos de codornas japonesas em fase de postura. Foram utilizadas 486 codornas japonesas, fêmeas, com idade inicial de 73 dias, alocadas em unidades experimentais distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3x2, sendo 3 níveis de triptofano digestível (1,770; 2,770; e 3,770 g/Kg) e 2 níveis de energia metabolizável (2800 e 2900 Kcal/Kg de ração), com 6 tratamentos, nove repetições e nove aves por unidade experimental. As variáveis analisadas foram altura de vilosidades do duodeno (μ), altura do epitélio do duodeno (μ), peso vivo da ave (PVA), peso de fígado (FIG), pâncreas (PAN) e coração (COR), e relação peso do órgão:PVA, e parâmetros hematológicos como heterófilo(%), linfócito (%), relação heterófilo:linfócito (H:L), eosinófilo (%), basófilo (%) e monócito (%). Foi observada interação entre os níveis de triptofano digestível e energia metabolizável sobre a altura de vilosidades (ALTVILO) e altura de epitélio intestinal (ALTEPIN) do duodeno. O FIG e o FIG:PVA alteraram significativamente com os níveis de triptofano digestível estudados. Não foram observados efeitos significativos para PAN, PAN:PVA, COR, COR:PVA e para os parâmetros hematológicos. A utilização do nível de 1,770 g/Kg de triptofano digestível em dietas contendo 2900 Kcal/Kg de energia metabolizável pode ser utilizada para obter melhor altura de vilosidade do duodeno, melhor peso de órgão, sem alterar os parâmetros hematológicos, em codornas japonesas em fase de postura.

Palavras-chave: aminoácido aromático; peso de órgãos, relação heterófilo:linfócito

Nutritional levels of digestible tryptophan and metabolizable energy to morpho physiological parameters in japanese quail

ABSTRACT

The shift of nutrients in diets and nutritional manipulation for birds are gaining space in the research for interfering directly in physiological parameters and homeostasis of the organism. To this end an experiment was conducted in poultry Sector at the Federal University of Espírito Santo, with the objective of evaluate levels of dietary digestible tryptophan and metabolizable energy, and their relationship on morpho physiological parameters of Japanese quail in laying phase. Four hundred and eighty six quails, female, with initial age 73 days were used, allocated in completely randomized design in 3 x 2 factorial arrangement, with 3 levels of digestible tryptophan (1.770; 2.770; and 3.770 g/Kg) and 2 metabolizable energy levels (2800 and 2900 Kcal/Kg of feed), with 6 treatments, nine replicates and nine birds per experimental unit. The variables analyzed were height of villi in duodenum (μ), height of the epithelium of duoden (μ), live weight of the bird (PVA), liver weight (FIG.), pancreas (PAN) and heart (COR), and relative organ weight: PVA, and hematological parameters like heterophil (%), lymphocyte (%), heterophil/lymphocyte ratio (H:L), eosinophil (%), basophil (%) and monocyte (%). Interaction was observed between digestible tryptophan and metabolizable energy factors about the height of villi (ALTVILO) and height of the intestinal epithelium (ALTEPIN) of the duodenum. The FIG and the FIG:PVA changed significantly with digestible tryptophan levels studied. No significant effects were observed for PAN, PAN:PVA, COR, COR: PVA and hematological parameters. The use of 1.770 g/Kg level of digestible tryptophan in diets containing 2900 Kcal/Kg of metabolizable energy can be used to obtain better height of villi of the duodenum, better organ weight, without changing the hematological parameters, in Japanese quail in stance phase.

Keywords: aromatic amino acids; organs weight; heterophil:lymphocyte ratio

9. INTRODUÇÃO

A produção de aves de postura é uma atividade agropecuária em amplo desenvolvimento no Brasil e tem apresentado bons resultados no setor de produção de ovos, principalmente na produção de ovos de codornas. As grandes expectativas para esta área se devem ao acompanhamento e exigência de melhores parâmetros produtivos, resultante de avanços em genética, nutrição, melhorias de manejo e manipulação do ambiente. Dentre estes parâmetros, o que mais se destaca em importância é a nutrição, uma vez que as aves necessitam de nutrientes em melhores relações e disponibilidade nas dietas, para desempenhar seu potencial genético e produtivo.

Os estudos direcionados a nutrição de codornas produtoras de ovos de consumo, bem como os níveis nutricionais exigidos pelas aves, são importantes uma vez que o custo de produção oriundo da alimentação pode chegar a 70% (SILVA; RIBEIRO, 2001; OLIVEIRA; ALMEIDA, 2004). A proteína e os aminoácidos são responsáveis por 25% de todo o custo com a produção de rações (BARRETO et al., 2006). De acordo com Schmidt et al (2009), avanços em estudos do metabolismo proteico e surgimento de aminoácidos sintéticos no mercado tem permitido os nutricionistas formularem dietas mais próximas da exigência do animal e com baixo custo. Dessa forma, é necessário o estabelecimento de níveis nutricionais mínimos que promovam o máximo desempenho produtivo animal.

A necessidade em aminoácidos essenciais é um dos parâmetros avaliados na formulação de dietas para codornas, sendo estes nutrientes indispensáveis para síntese a de proteínas depositadas em músculos, ovos e outros constituintes não proteicos, devendo estes serem estudados, levando em consideração a disponibilidade do aminoácido (SILVA et al, 2012).

O triptofano é aminoácido essencial não sendo produzido ou com produção lenta e ineficaz pelo animal. Pode ser considerado como terceiro aminoácido limitante para aves, antecedido pela metionina e a lisina (DEPONTI et al., 2007; PINHEIRO et al., 2008).

O aminoácido triptofano além de desempenhar suas atividades no organismo do animal, pode ser metabolizado pela via quinurenina sendo esta associada com a defesa do corpo e modulação da resposta imune, além de atuar como precursor do neurotransmissor serotonina (LE FLOC'H; SEVE, 2007; LE FLOC'H; OTTEN, 2011). Alguns intermediários do triptofano são precursores necessários para a biossíntese de outras biomoléculas importantes, como o nicotinato que é precursor do NAD e do NADP em animais (NELSON; COX, 2002). A deficiência de triptofano na alimentação pode influenciar negativamente tanto na velocidade da resposta imune, na síntese proteica, no ganho de peso e na eficiência alimentar dos animais (JANSMAN et al., 2010). De acordo com Kidd e Hackenhaar (2006), a ocorrência de déficit de triptofano prejudica a qualidade da carcaça.

Os níveis nutricionais de triptofano e energia podem estar associados a alterações morfofisiológicas em aves poedeiras, modificando respostas fisiológicas durante a fase produtiva. Diferentes níveis de energia metabolizável, e o aumento da quantidade de nutrientes em contato com a mucosa intestinal podem promover alterações na morfologia das vilosidades duodenais (DUARTE et al., 2012). Outras alterações, como o peso de pâncreas e de coração, foram relatadas em estudo com poedeiras leves alimentadas com diferentes níveis do aminoácido triptofano (COSTA et al., 2012). Na produção de codornas japonesas em postura, pouco se conhece dos efeitos do triptofano em parâmetros morfofisiológicos e hematológicos direcionados à produção e qualidade do ovo.

Sendo assim, este estudo se torna importante já que o triptofano pode se alterar em vias metabólicas que não as de produção, se fornecidos em níveis deficientes ao animal.

Este trabalho buscou estudar e avaliar os níveis de triptofano digestível e energia metabolizável na dieta de codornas japonesas em postura sobre parâmetros morfofisiológicos, como altura de vilosidades e altura de epitélio intestinal do duodeno, peso de órgãos (fígado, pâncreas e coração), e parâmetros sanguíneos.

10. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Avicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo – CCAUFES, localizado na área experimental de Rive, município de Alegre no Estado do Espírito Santo. Teve duração de 84 dias subdivididos em quatro períodos de 21 dias.

Foram utilizadas 486 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) fêmeas, com idade de 73 dias e peso médio inicial de $171,80 \pm 3,58$ gramas. Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade, sendo a ração acrescentada ao comedouro duas vezes ao dia, sempre às 8:30 e às 15:30 horas, de forma a reduzir possíveis desperdícios. As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, disposto em sentido leste oeste, com pé direito de três metros e cobertura de telhas de barro. Sobre o telhado, foi instalado sistema de aspersão de água, para minimizar os efeitos da alta temperatura. O galpão possuía ainda ventiladores em seu interior, que permaneciam ligados durante todo o dia.

Foram utilizadas trinta gaiolas de arame galvanizado em arranjo do tipo bateria com cinco andares. Cada gaiola apresentava dimensões de 1m de comprimento por 0,33m de largura por 0,15m de altura e subdivisões internas de forma a constituir três unidades experimentais de aproximadamente $0,11 \text{ m}^2$ cada uma. Comedores tipo calha e bebedouros automáticos do tipo niple foram disponibilizados respectivamente nas partes anterior e posterior às gaiolas. Foram utilizadas ainda bandejas coletoras de excretas confeccionadas em chapa metálica posicionada na parte inferior da gaiola. As aves foram distribuídas nas unidades experimentais (UE) considerando o peso corporal e a produção de ovos como critério de seleção.

Foram utilizadas dietas a base de milho, farelo de soja e farelo de trigo de forma a conter 30,500 g/Kg de cálcio, 3,230 g/Kg de fósforo disponível, 1,550 g/Kg de sódio, 10,830 g/Kg de lisina, 8,880 g/Kg de metionina + cistina e 6,500g/Kg de treonina digestível, segundo Rostagno et al. (2011), e 200,000 g/Kg de PB e níveis de 2800 e 2900 Kcal EM/Kg de ração (Tabela 1).

TABELA 1 – Composição milesimal e nutricional das rações experimentais para codornas em postura

Ingrediente (g/Kg)	2800 Kcal EM		2900 Kcal EM	
	1,770	3,770	1,770	3,770
Milho moído	523,033	515,781	523,211	526,287
Farelo de Soja (450,0 g/Kg)	180,661	196,923	144,944	144,419
Farelo de trigo	100,000	100,000	100,000	100,000
Glúten milho (600,0g/Kg)	74,059	63,491	100,000	100,000
Farinha de carne e ossos (440,0 g/Kg)	34,923	34,515	35,948	35,937
Calcário	67,530	67,573	67,403	67,407
Óleo de soja	2,000	5,000	11,490	10,000
Sal comum	2,865	2,870	2,858	2,857
L-Lisina HCl (784,0 g/Kg)	4,381	3,997	5,229	5,239
DL-Metionina (990,0 g/Kg)	3,017	3,098	2,820	2,817
L-Treonina (985,0 g/Kg)	0,096	0,066	0,149	0,149
L-Triptofano (980,0 g/Kg)	0,000	1,974	0,132	2,168
L-Glutâmico	4,715	1,992	3,096	0,000
CL Colina (600,0g/Kg)	1,000	1,000	1,000	1,000
Suplemento vitamínico ¹	1,000	1,000	1,000	1,000
Suplemento mineral ²	0,500	0,500	0,500	0,500
Aditivos ³	0,220	0,220	0,220	0,220
TOTAL	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
Composição química calculada				
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2800	2800	2900	2900
Proteína Bruta (g/Kg)	200,000	200,000	200,000	200,000
Nitrogênio (g/Kg)	33,155	33,155	33,155	33,155
Cálcio (g/Kg)	30,500	30,500	30,500	30,500
Fósforo disponível (g/Kg)	3,230	3,230	3,230	3,230
Sódio (g/Kg)	1,550	1,550	1,550	1,550
Lisina digestível (g/Kg)	10,830	10,830	10,830	10,830
Metionina + Cistina digestível (g/Kg)	8,880	8,880	8,880	8,880
Treonina digestível (g/Kg)	6,500	6,500	6,500	6,500
Triptofano digestível (g/Kg)	1,770	3,770	1,770	3,770
Balanço Eletrolítico (mEq/Kg)	122,74	131,61	102,28	102,19

¹ Suplemento vitamínico (por Kg do produto): vitamina A – 8.000.000 UI; vitamina D3 – 2.000.000 UI; vitamina K3 – 1.8000 mg; vitamina B1 – 1.500 mg; vitamina B12 12.000 mcg; vitamina B2 – 5.000 mg; vitamina B6 – 2.800 mg; vitamina E – 15.000 UI; niacina – 35g; biotina – 25 mg; ácido pantotênico 12 g; ácido fólico – 750 mg; Butil-hidroxi-tolueno – 1.000 mg.

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

³Butil-hidroxi-tolueno. Bacitracina de Zinco.

As aves utilizadas para os ensaios foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos, nove repetições e nove aves por unidade experimental. Foi utilizado esquema fatorial de 3x2, sendo três níveis de triptofano digestível (1,770; 2,770; e 3,770 g/Kg) e dois níveis de energia metabolizável (2800 e 2900 Kcal/Kg de ração). Para a fabricação das rações, e consequentemente obtenção do nível intermediário de 2,770 g/Kg de triptofano digestível, utilizou-se o princípio da diluição das rações basais (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

O programa de luz utilizado foi de 24 horas de luz contínua, sendo considerada luz natural mais luz artificial. As mensurações de temperatura do ar e umidade relativa do ar dentro das instalações foram registradas por meio de *data logger*, com registros simultâneos a cada 60 minutos, totalizando 24 leituras diárias.

As variáveis morfofisiológicas avaliadas foram altura de vilosidade intestinal no duodeno (μm), altura do epitélio intestinal no duodeno (μm), peso do fígado (g), peso do pâncreas (g), peso do coração (g), relação fígado:peso vivo da ave, pâncreas:peso vivo da ave, coração:peso vivo da ave, além dos parâmetros hematológicos: heterofilo (%), linfócito (%), eosinófilo (%), basófilo (%) e relação heterofilo:linfócito.

Para as análises histológicas, pesagem dos órgãos e parâmetros sanguíneos das aves, foi realizado sorteio, ao acaso, de cinco unidades experimentais por tratamento. No 66º dia decorrido do início do experimento foi retirada uma ave de cada unidade experimental para análise dos parâmetros a serem avaliados.

Após a seleção, as aves foram imobilizadas, pesadas em balança analítica de 0,01 gramas para obtenção do peso vivo da ave, e coletado amostra de sangue por punção cardíaca sem a utilização de anticoagulante. Campbell e Ellis (2007) indicam esta técnica em experimentação com aves de pequeno porte. O material coletado foi rapidamente utilizado para confecção de lâminas de esfregaço sanguíneo. Foram preparados dois esfregaços de cada ave utilizando duas gotas de sangue fresco em lâminas de vidro.

Após a coleta das amostras de sangue, as aves foram insensibilizadas abatidas por deslocamento cervical e realizada necropsia para coleta do fígado, pâncreas e coração, e fragmentos do duodeno.

Para a análise hematológica, as lâminas de esfregaço correspondentes a cada unidade experimental foram preparadas, secas por 24 horas e fixadas com álcool metílico (HUMASON, 1962). Posteriormente, foram coradas utilizando May-Grünwald-Giemsa-Wright (TAVARES DIAS; MORAES, 2003). Depois de coradas, as lâminas foram observadas em microscópio de luz em aumento 1000x utilizando óleo de imersão. A contagem de leucócitos granulares (heterófilo, eosinófilo e basófilo) e não granulares (linfócito e monócito) foi realizada contando 100 leucócitos de cada lâmina de sangue. Com os valores de heterófilo (Figura 5) e linfócitos (Figura 6) obtidos, foi calculada a relação heterófilo:linfócito (CAMPOS; DÁVILA, 2002; RIZZO et al., 2008).

Os órgãos foram dissecados (fígado, coração e pâncreas), isolando-os de vasos anexos, e pesados em balança com divisão de 0,01 gramas. Os dados de peso dos órgãos foram anotados e, para se proceder a relação órgão:peso vivo da ave, sendo estes expressos em porcentagem.

Para a análise de altura de vilosidades intestinais (μm) e altura de epitélio intestinal (μm), foram coletados dois fragmentos do duodeno, com comprimento de 0,5 centímetros cada. As amostras foram coletadas após a alça duodenal e a localização específica utilizada foi o término da inserção do pâncreas.

As amostras de duodeno foram fixadas em formol tamponado 10% (p/v), por período de 48 horas. Foram desidratadas em concentrações crescentes de álcool etílico, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. Os blocos contendo as amostras foram seccionados com 5 μm de espessura. Os cortes foram colocados sobre lâminas histológicas para posterior coloração com hematoxilina e eosina (HE). No término do protocolo de coloração, as lâminas foram montadas com Bálsamo do Canadá, e examinadas em microscópio de luz.

. As lâminas foram fotografadas utilizando microscopia de luz e programa NIKON SE – NIS Elements BR 3.0, com utilização de escala micrométrica e objetivas de 4x e 20x. As variáveis avaliadas foram altura de vilosidades (μm), a partir da base até o ápice da vilosidade em linha reta (Figura 1), sendo coletados quinze dados mediante aumento de 4x, e altura de epitélio intestinal (μm), a partir do tecido conjuntivo do epitélio até a base das células ciliadas em linha reta (Figura 2), sendo coletados quinze dados mediante aumento de 20x, para cada amostra

referente a cada ave. Foram obtidos valores médios das variáveis para cada tratamento.

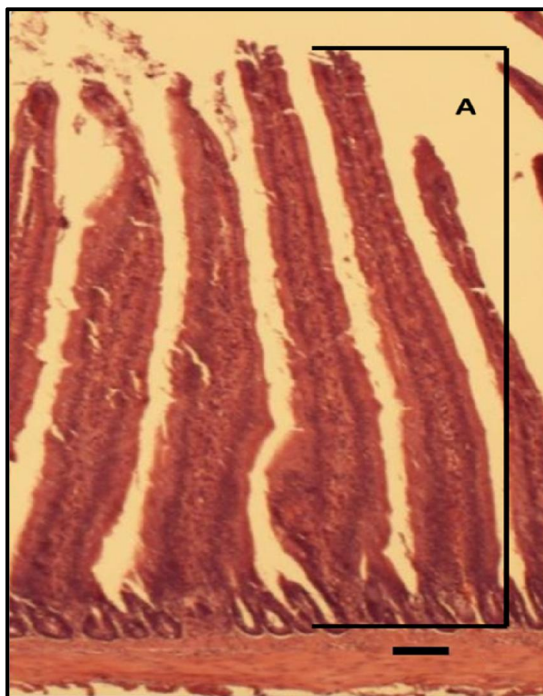


Figura 1 – Vilosidades do intestino delgado (Duodeno) de codornas japonesas. A - Altura das vilosidades.

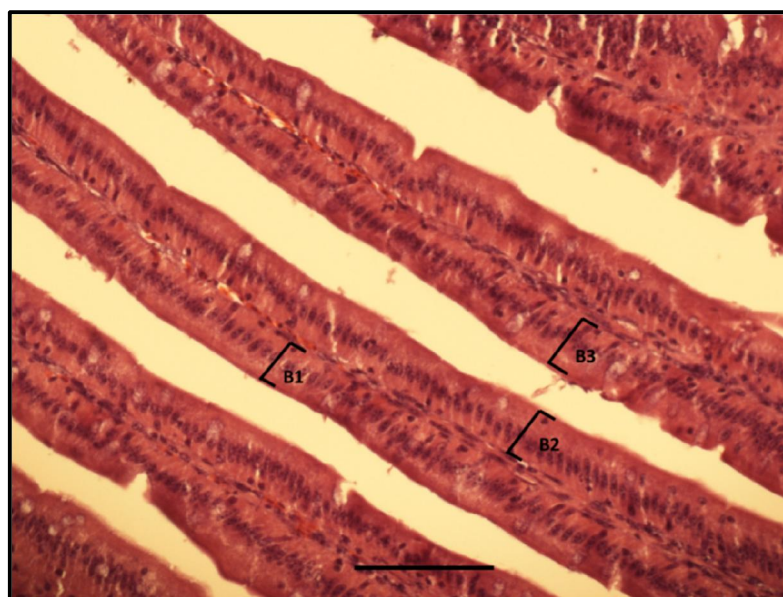


Figura 2 – Epitélio intestinal (duodeno) de codornas japonesas. B1, B2 e B3 - Altura do epitélio intestinal.

Os dados obtidos foram submetidos às análises estatísticas utilizando o programa SAEG (Sistema para Análises Estatística e Genética) da Universidade Federal de Viçosa (2007), por meio de análise de variância, teste F, e as médias das variáveis foram comparadas pelo teste de Student Newman Keuls (SNK) ($P < 0,05$) para todas variáveis, exceto para parâmetros sanguíneos que foram comparados pelo teste de Student Newman Keuls (SNK) ($P < 0,10$).

O modelo estatístico utilizado foi $\hat{Y}_{ijk} = \mu + N_i + P_j + N_i \times P_j + E_{ijk}$, onde:

\hat{Y}_{ijk} = parâmetro observado na unidade experimental k, do nível de triptofano digestível dentro do nível de energia metabolizável;

μ = média geral observada;

N_i = efeito do nível de nutriente (triptofano digestível) i, i = 1,770; 2,770; 3,770 de triptofano digestível;

P_j = efeito do nível de energia metabolizável j, j = 2800 ou 2900 Kcal EM;

$N_i \times P_j$ = efeito da interação entre nível de triptofano digestível i, e nível de energia metabolizável j;

E_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

O estudo foi realizado de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-UFES), com certificado e protocolo nº 051/2013.

11. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura e umidade relativa do ar registradas durante o período experimental foram de $24,3 \pm 3,7^{\circ}\text{C}$ e $70,7 \pm 13,1\%$. A temperatura mínima e máxima e a umidade relativa mínima e máxima registradas durante todo o período experimental foram respectivamente de $16,8$ e $35,2^{\circ}\text{C}$ e, 30 e 90% . De acordo com Oliveira (2004) a faixa de conforto térmico para codornas japonesas em postura está entre temperaturas 18 a 21°C e umidade relativa do ar entre 65 e 70% . Autores como Albino e Barreto (2003) afirmam ainda que codornas japonesas apresentam boa produção mesmo em condições de estresse térmico, destacando temperaturas entre 5 e 30°C . Desta forma, os registros de temperatura e umidade relativa do ar permitiu inferir que as codornas estavam alojadas em condições de estresse térmico durante o período experimental, porém não demonstrou ter interferido na produtividade das codornas japonesas.

Os níveis de triptofano digestível e energia metabolizável influenciaram significativamente ($P < 0,05$) a altura de vilosidade do duodeno de codornas japonesas na fase de postura.

Para a altura de vilosidades do duodeno (ALTVILO) (Figura 3) foi observado efeito do fator individual do triptofano digestível ($P = 0,00006$). Porém, observou-se forte evidência de efeito para a interação entre triptofano digestível e energia metabolizável ($P = 0,00002$) (Tabela 2), evidenciando que dietas contendo 2800 Kcal de EM/Kg associado a $3,77$ g/kg de triptofano e dietas contendo 2900 kcal EM/Kg, associado a $1,77$ g/kg de triptofano aumentaram o ALTVILO de codornas japonesas na fase de postura, aumentando desta forma a área duodenal de absorção de nutrientes.

As vilosidades intestinais do duodeno de aves podem sofrer alterações de acordo com a idade, atividade produtiva das aves e disponibilidade de nutrientes, tamanho de partículas, tipo de alimento fornecido via dieta e presentes no lúmen intestinal (NOY; SKLAN, 1997). O duodeno é a porção proximal do intestino delgado e é responsável pela digestão final do alimento e absorção dos nutrientes. Assim, a área de absorção pode ser alterada a fim de atender as atividades fisiológicas de

manutenção e produção do animal, à medida que os nutrientes estão disponíveis para absorção e são requeridos pelas aves.

TABELA 2 – Efeito da interação entre triptofano digestível (g/Kg) e energia metabolizável (Kcal/Kg) na altura de vilosidades do duodeno (ALTVILO) e altura do epitélio intestinal do duodeno (ALTEPIN) de codornas japonesas em postura

Triptofano digestível (g/Kg)	ALTVILO (μm)		ALTEPIN (μm)	
	2800 ¹	2900 ²	2800 ¹	2900 ²
1,770	858,16cB	1062,87aA	34,18	35,56a
2,770	945,56b	953,95b	33,93	33,68b
3,770	1136,11aA	953,16bB	34,63A	32,65bB
CV(%)	19,12		15,65	

¹ Rações com 2800 Kcal

² Rações com 2900 Kcal

Médias na mesma coluna seguidas por letras minúsculas distintas, e na mesma linha seguidas por letras maiúsculas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Student Newman Keuls (SNK).

Em experimento realizado com codornas japonesas Lima (2012) observou variações morfológicas decorrentes do aumento da relação triptofano:lisina. O autor estudou níveis de 1,5; 1,7; 1,9; 2,1 e 2,3 g/Kg de triptofano nas dietas e observou que em níveis de 1,9 g/Kg ou maiores ocorreram aumentos das ramificações das vilosidades intestinais.

A altura do epitélio duodenal das aves foi alterada em função dos níveis de triptofano digestível e energia metabolizável. Para a ALTEPIN não foi observado efeito individual dos fatores triptofano digestível e energia metabolizável. No entanto, foi observado efeito para a interação entre os fatores triptofano digestível e energia metabolizável ($P=0,03951$), comprovando o efeito negativo encontrado com a associação entre o maior nível de triptofano digestível e o maior nível de energia metabolizável.

É possível que a diminuição da altura do epitélio tenha ocorrido em função do maior aporte de nutrientes disponíveis no lúmen intestinal das aves que consumiram dietas com maiores níveis dos nutrientes. Com o aumento do nível de nutrientes na dieta o organismo da ave necessita de alterações morfofisiológicas para absorver em maiores quantidades, como aumento da altura de vilosidades e manutenção da altura do epitélio intestinal a fim de aumentar o taxa de absorção e manter tempo de transporte dos nutrientes do lúmen aos vasos sanguíneos (MACARI; FURLAN;

GONZALES, 2002). Outro fato que deve ser considerado é o possível efeito do extrato etéreo das rações, que pode ter feito com que houvesse um tempo de permanência no duodeno, permitindo digestibilidade suficiente para que houvesse uma otimização do uso de triptofano pelos animais, o que pode ter ocasionado alterações na altura da vilosidade e na altura do epitélio.

Lima (2012) em estudo realizado com níveis de triptofano digestível (1,51; 1,67; 1,83; 1,99 e 2,15 g/Kg) para galinhas poedeiras leves observou que as vilosidades intestinais foram mais largas com o aumento do aminoácido em estudo nas rações.

Ao analisar a variável peso vivo da ave (g) não foi observado efeito significativo ($P>0,05$), dos fatores individuais e de interação entre os fatores, níveis de triptofano digestível e energia metabolizável, sendo o valor médio para variável de $189,10\pm 16,11$ gramas.

Para peso do fígado (g) não foi observado efeito do fator individual energia metabolizável e da interação entre o fator triptofano digestível e energia metabolizável. No entanto, houve forte evidência do efeito do fator triptofano digestível ($P=0,01799$) sobre o FIG, de modo que as aves que receberam dietas com maiores níveis de triptofano digestível na formulação, obtiveram maior peso do órgão (Figura 3).

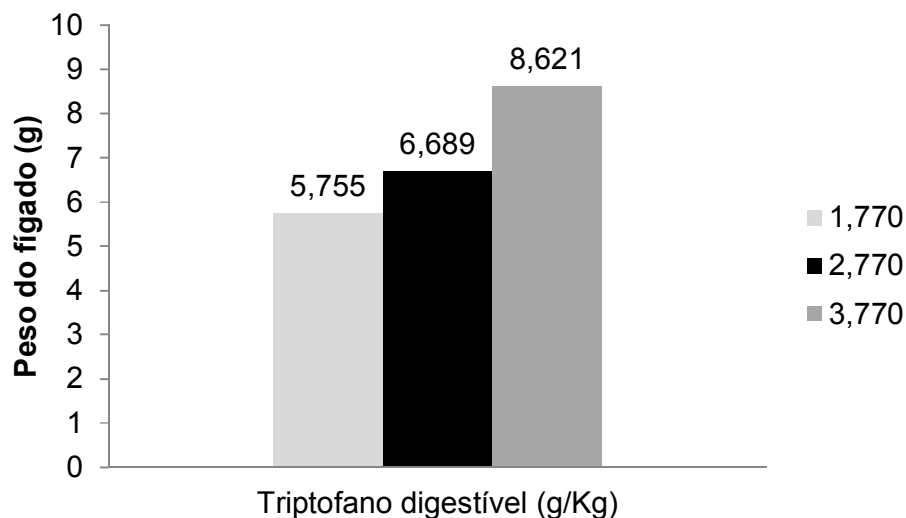


Figura 3 – Efeito dos níveis de triptofano digestível no peso do fígado (FIG) de codornas japonesas em postura.

O maior valor do órgão foi de 9,842 gramas no nível de 3,770 g/Kg de triptofano digestível. O aumento do peso do fígado em função do nível de triptofano pode ser justificado pela maior atividade do órgão em metabolizar e direcionar o excedente do aminoácido a outras vias de utilização, como por exemplo, resposta imune pela via da quinurenina. No entanto, Costa et al. (2012), avaliando diferentes níveis de triptofano digestível:lisina digestível sobre parâmetros fisiológicos e órgãos internos de poedeiras leves com 47 semanas, não observaram efeito significativo para o peso de fígado.

O fígado é um órgão que participa ativamente na digestão de alimento, esta função está relacionada a produção de bile, que, após produzida é armazenada na vesícula e posteriormente conduzida ao duodeno, atuando na emulsificação de gorduras (MACARI; FURLAN; GONZALES, 2002). No entanto, este órgão atua nas atividades de metabolismo do triptofano, sendo direcionado às atividades de resposta imune e homeostase de triptofano por meio das enzimas Indoleamina 2,3 dioxigenase e triptofano dioxygenase, e direcionando o excedente de triptofano no plasma, à produção de proteínas e do hormônio serotonina, mantendo funções intestinais, humor, estresse e apetite, estes últimos por ação da enzima triptofano hidroxilase descarboxilase (LE FLOC'H; OTTEN, 2011). Estas atividades podem induzir a hipertrofia do fígado, e conseqüentemente aumento do peso, uma vez que necessitam de maior área de captação e produção dos compostos derivados do triptofano.

Não houve efeito individual da energia metabolizável e da interação entre triptofano digestível e energia metabolizável para a relação fígado:peso vivo da ave em porcentagem. No entanto, houve efeito significativo ($P=0,01738$) do fator triptofano digestível sobre FIG:PVA (%), evidenciando que o aumento dos níveis de triptofano na dieta influenciaram em maior relação entre o fígado e o peso vivo da ave (Figura 4).

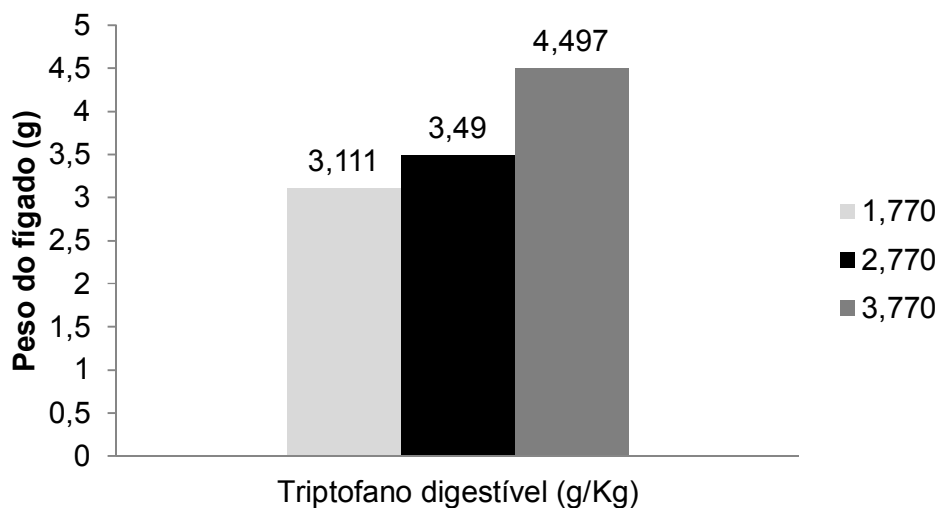


Figura 4 – Efeito dos níveis de triptofano digestível na relação peso do fígado:peso vivo da ave (FIG:PVA) de codornas japonesas em postura.

Leczneski et al. (2001) não observaram influência significativa dos níveis de energia (2800, 2900, 3000, 3100 e 3200 Kcal EM/Kg) da ração sobre a relação fígado: peso vivo de frangos de corte no período de 22 a 43 dias de idade. Estes resultados contribuem com os dados observados nesse estudo, uma vez que, o aumento dos níveis de triptofano digestível influenciou no peso do fígado, independente da quantidade de energia metabolizável, sendo o maior peso do fígado e a maior relação FIG:PVA observados nas codornas alimentadas com dietas contendo o nível de 3,770 g Trp dig./Kg de ração.

Não foram verificados efeitos significativos ($P>0,05$), de fatores individuais e de interação, dos níveis de triptofano digestível e energia metabolizável sobre os valores do peso do pâncreas (PAN) e da relação peso do pâncreas:peso vivo da ave em porcentagem (PAN:PVA) das aves alimentadas com as dietas em estudo. O peso do pâncreas das codornas japonesas em fase de postura apresentaram pâncreas com peso médio de $0,76\pm 0,15$ gramas, e a relação peso do pâncreas: peso vivo da ave (%) apresentaram valor médio de $0,40\pm 0,07\%$.

O pâncreas é responsável pela produção e secreções exócrinas e endócrinas no organismo animal (MACARI et al, 2002). Nas aves, este órgão desenvolve-se rapidamente após a eclosão, podendo aumentar em até quatro vezes na primeira semana de vida (NITSAN; DUNNINGTON; SIEGEL, 1991). O que, de acordo com Corless e Sell (1999), pode interferir na capacidade digestiva da ave, em função da

correlação entre o peso do órgão e a produção enzimática. Desta forma, como não foram verificadas alterações no peso de pâncreas, os níveis de triptofano digestível em rações contendo 2800 e 2900 Kcal de EM/Kg de ração e diferentes níveis de triptofano digestível não foram suficientes para constatar mudanças significativas no peso do órgão. O mesmo não foi observado por Costa et al. (2012) que obtiveram efeito linear do peso de pâncreas de poedeiras leves em estudo com diferentes níveis de triptofano digestível.

Para o peso de coração (COR) e relação peso do coração: peso vivo da ave em porcentagem (COR:PVA) não foram verificados efeitos significativos ($P>0,05$), de fatores individuais e de interação, dos níveis de triptofano digestível e energia metabolizável. As codornas japonesas em fase de postura apresentaram peso médio de $2,08\pm 0,42$ gramas para o peso do coração e a relação peso do coração:peso vivo da ave apresentaram valor médio de $1,09\pm 0,19\%$.

No entanto, Costa et al. (2012) observaram crescimento linear do coração de poedeiras leves com 47 semanas de vida, ao avaliar relações de triptofano digestível:lisina digestível (19, 21, 23, 25 e 27%), com maior peso do órgão (11,35 e 10,58 gramas) nas relações de 25 e 27% de triptofano digestível:lisina digestível.

Castro et al. (2000) observaram efeito quadrático ($P<0,05$) do peso de vísceras comestíveis (fígado, moela e coração) de frangos de corte, fêmeas, aos 49 dias de idade, com níveis de triptofano digestível de 1,40; 1,55; 1,70; 1,85 e 2,00 g/Kg, no entanto, não observou alterações significativas deste parâmetro para machos.

Para codornas japonesas, os parâmetros hematológicos normais utilizados como valores de referência para heterófilo são entre 20,8 e 52 (%), e para linfócitos entre 40 e 73,6 (%), com valores de relação heterófilo:linfócito entre 0,52 e 0,70, sendo estes, valores de referência (RITCHIE; HARRISON, G.; HARRISON, L., 1994).

A avaliação dos parâmetros hematológicos permitiu verificar que não houve efeitos significativos ($P>0,10$), de fatores individuais e de interação, dos níveis de triptofano digestível e energia metabolizável sobre os valores de porcentagem de heterófilo no sangue periférico de codornas japonesas alimentadas com as dietas em estudo. A porcentagem de heterófilo (Figura 5) apresentou valor médio de

36,90±4,93%. Os valores observados, encontram-se entre os parâmetros normais encontrados para a espécie. Os heterofilos são células similares aos neutrófilos nos mamíferos, que em aves apresentam funções fagocíticas envolvidas na resposta inflamatória (BENEZ, 2001; CAPITELLI; CROSTA, 2013). Valores acima de 52% são tomados como evidência de aves em estado inflamatório ou de estresse. Em experimento realizado por Rosa et al. (2011) com aves sob estresse térmico por aumento de temperatura e umidade do ar em diferentes ciclos de produção, foi observado efeito significativo nos resultados para porcentagem de heterofilos, sendo a heterofilia justificada como resultado de estresse por calor.

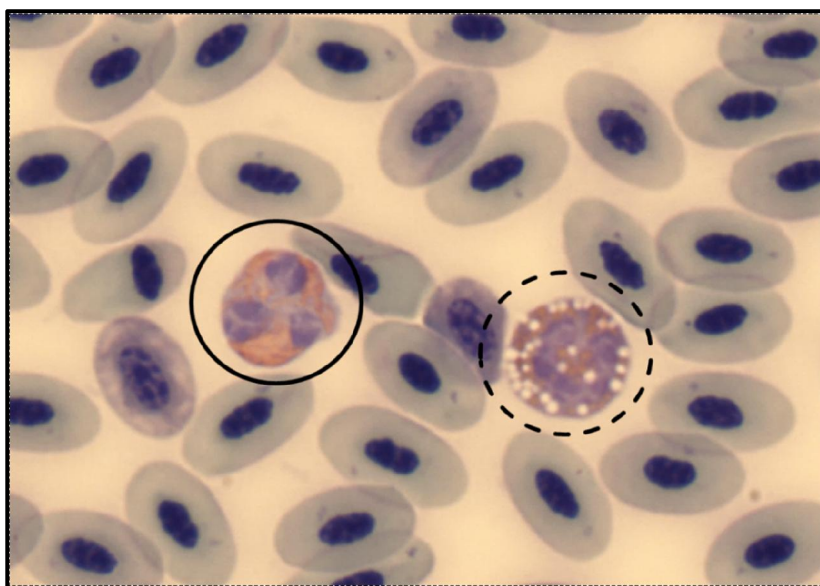


Figura 5 – Heterófilo (círculo contínuo) e eosinófilo (círculo tracejado) no sangue periférico de codornas japonesas

Moneva et al. (2008) observaram aumento da porcentagem de heterófilo, 17 horas após o fornecimento de triptofano via dieta, estudando galinhas White Plymouth rock sob estresse. Os autores não observaram alterações na relação heterófilo:linfócito das aves, porém relataram que os níveis de triptofano plasmático suprimiram a proliferação de linfócito T no sangue.

Para porcentagem de linfócitos (Figura 6) não foram obtidos efeitos significativos ($P < 0,10$) dos fatores individuais e de interação entre os fatores níveis de triptofano digestível e energia metabolizável. Os valores observados

($56,83 \pm 4,78\%$) encontram-se entre os padrões normais para a espécie conforme descrito por Ritchie, Harrison G. e Harrison L. (1994). Os linfócitos foram as células que se apresentaram em maior porcentagem no leucograma, seguidos pelos heterofilos, estes dados estão de acordo com Borsa (2009), que estudou valores hematológicos, de frangos de corte de linhagem Ross, de criação industrial, e alimentados com ração comercial, aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de vida da ave e não observaram efeitos significativos da idade sobre o número de linfócitos no sangue.

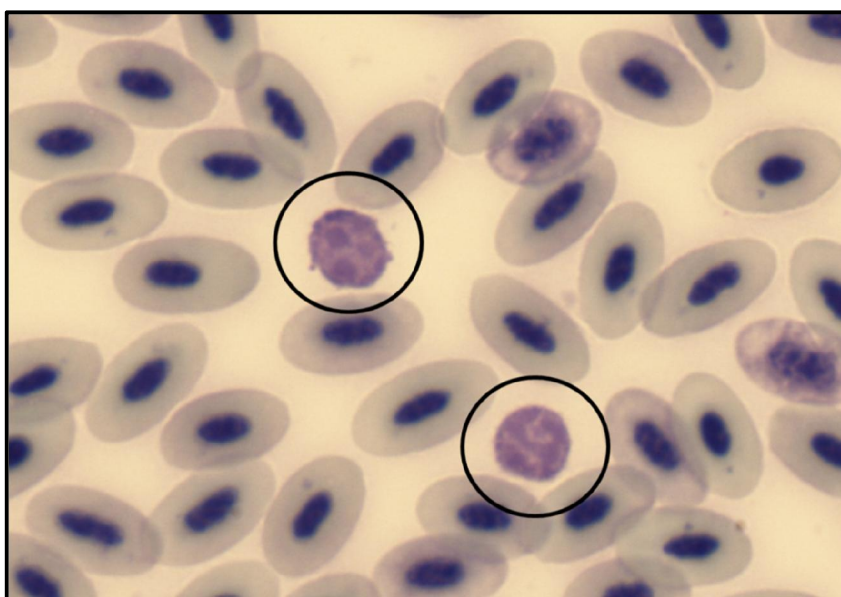


Figura 6 – Linfócitos (círculo contínuo) no sangue periférico de codornas japonesas

Para a relação heterófilo:linfócito (H:L) também não foram observados efeitos significativos dos fatores individuais e de interação entre os fatores níveis de triptofano digestível e energia metabolizável. Como o observado, o mesmo ocorreu com as variáveis de heterófilo (%) e linfócito (%), e a variável H:L apresentou valor médio de $0.65 \pm 0,13$.

Em estudo realizado por Rosa et al. (2011), foi observado que o perfil hematológico de codornas japonesas sofre alterações em função do ciclo de produção e da influência de temperatura e umidade do ar, e de acordo com dados obtidos para os parâmetros ambientais, as aves estavam em estresse térmico por

calor resultando em altos valores (1,7; 2,4; 1,8; 1,3) para relações de heterofilo:linfócito. Em estudo semelhante, Laganá et al. (2007) observaram efeito significativo para H:L em função da interação ambiente e dieta de frango de corte alimentados com níveis dietéticos de proteína e gordura, e estressados pelo calor.

Rizzo et al. (2008), avaliando níveis de triptofano na alimentação de codornas japonesas nas fases de recria (2,7; 5,2; 7,7; 10,2 g/Kg) e postura (2,3; 4,8; 7,3 e 9,8 g/Kg), não observaram efeitos significativos para a relação heterofilo:linfócito nas duas fases de vida da ave, porém, as aves em postura apresentaram valores superiores (0,72; 0,81; 0,57 e 0,59) aos da fase de recria (0,30; 0,26; 0,40 e 0,31).

O valor médio da porcentagem de eosinófilo (Figura 5) foi de $3,23 \pm 1,95\%$. Não foram observados efeitos significativos de fatores individuais e interação para a porcentagem de eosinófilos no leucograma das codornas alimentadas com diferentes níveis de triptofano digestível e energia metabolizável. Os valores estão de acordo com os encontrados por Rosa et al. (2011), em estudo com codornas japonesas em estresse térmico, não observaram alterações na porcentagem de eosinófilos.

Para a porcentagem de basófilos ($1,23 \pm 0,81\%$) e monócitos ($1,80 \pm 0,99\%$) também não foram observadas alterações significativas ($P > 0,10$) dos fatores individuais e de interação entre os fatores níveis de triptofano digestível e energia metabolizável estudados. O aumento da presença dos basófilos é raro, ocorrendo em aves com problemas e doenças respiratórias (CAPITELLI; CROSTA, 2013), o que não foi observado durante o estudo com os níveis de triptofano digestível e energia metabolizável, para nenhum tratamento.

12. CONCLUSÕES

O nível de 3,770 g/Kg de triptofano digestível associado em dietas contendo 2800 Kcal/Kg de energia metabolizável e o nível de 1,770 g/Kg de triptofano digestível associado a dietas contendo 2900 Kcal/Kg de energia metabolizável influenciam no aumento da altura de vilosidades intestinais do duodeno de codornas japonesas em postura.

O uso de dietas contendo alto valor de energia metabolizável associado a altos níveis de triptofano digestível reduzem altura de epitélio intestinal do duodeno das aves.

Independente dos níveis de energia metabolizável das dietas utilizadas, o aumento do nível de triptofano digestível aumenta o peso do fígado e a relação peso do fígado:peso vivo da ave das codornas.

Os parâmetros hematológicos no sangue periférico de codornas japonesas em postura não foram alterados em função da utilização dos diferentes níveis de triptofano digestível e energia metabolizável estudados.

A utilização do nível de 1,770 g/Kg de triptofano digestível em dietas contendo 2900 Kcal/Kg de energia metabolizável é recomendada para obter melhor altura de vilosidade do duodeno, melhor peso de órgão, sem alterar os parâmetros hematológicos.

13. REFERÊNCIAS

- ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003, 268p.
- BARRETO, S.L.T.; ARAUJO, M.S.; UMIGI, R.T. et al. Exigência nutricional de lisina para codornas europeias machos de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p.750-753, 2006.
- BENEZ, S.M. **Aves: criação, clínica, teoria, prática, silvestres, ornamentais, aninhados**. 3ª ed. São Paulo: Robe, 2001. 522p.
- BORSA, A. Valores hematológicos em frangos de corte de criação industrial. **Colloquium Agrariae**. v.5, n.1, p.25-31, 2009.
- CAMPBELL, T.W.; ELIIS, C.K. **Avian and exotic animal hematology and cytology**. 3ª ed., Ames:Blackwell Publishing Professional, 2007, 2049p.
- CAMPOS, J.L.; DÁVILA, S.G. Influence of mating ratio and group size on indicators of fearfulness and stress hens and cocks. **Poultry Science**. v.81, p.1099-11-3, 2002.
- CAPITELLI, R.; CROSTA, L. Overview of psittacine blood analysis and comparative retrospective study of clinical diagnosis, hematology and blood chemistry in selected psittacine species. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice, Texas**, v.16, p.71-120, 2013.
- CASTRO, A.J.; GOMES, P.C.; PUPA, J.M.R.; et al. Exigência de triptofano para frangos de corte nas fases de crescimento e final. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.6, p.2057-2065, 2000. (Suplemento 1).
- CORLESS, A.B.; SELL, J.L. The effects of delayed access to feed and water on the physical and functional development of the digestive system of young turkeys. **Poultry Science**. v.78, p.1158-1169, 1999.
- CORZO, A.; KIDD, M.T.; DOZIER, W.A.; et al. Dietary threonine needs for growth and immunity of broilers raised under different litter conditions. **Journal Applied Poultry Research**. v.16, p.574-582, 2007.
- COSTA, J.H.S.; SARAIVA, E.P.; COSTA, F.G.P.; et al. Diferentes relações triptofano digestível:Lisina digestivo sobre parâmetros fisiológicos e órgãos internos de poedeiras leves. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.7, n.4, p.57-64, 2012.
- DEPONTI, B.J.; FARIA, D.E.; FARIA FILHO, D.E.; et al. Exigências de triptofano e padrão de recuperação do desempenho de poedeiras comerciais após alimentação com rações deficientes em triptofano. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.5, p. 1324-1330, 2007.

DUARTE, K. F.; JUNQUEIRA, O.M.; BORGES, L.L.; et al. Desempenho e morfologia duodenal de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de energia e programas de alimentação de 42 a 57 dias de idade. **Ciência Animal Brasileira**. v.13, n.2, p.197-204, 2012.

HUMASON, G.L. **Animal Tissue Techniques**. 1º ed. USA: W.H. Freeman and Company, 1962. 468p.

JANSMAN, A.J.M.; DIEPEN, J.T.M.; MELCHIOR, D. The effect of diet composition on tryptophan requirement of young piglets. **Journal of Animal Science**, v.88, p.1017-1027, 2010.

KIDD, M.T.; HACKENHAAR, L. Dietary threonine for broilers: dietary interactions and feed additive supplement use. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v.1, n. 005, 6 pp. 2006.

LAGANÁ, C.; RIBEIRO, A.M.L.; GONZÁLEZ, F.H.; et al. Níveis dietéticos de proteína e gordura e parâmetros bioquímicos, hematológicos e empenamento em frangos de corte estressados pelo calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.6, p.1783-1790, 2007.

LE FLOC'H, N.; SEVE, B. Biological roles of tryptophan and its metabolism: potential implications for pig feeding. **Livestock Science**, v.112, p.23-32, 2007.

LE FLOC'H, N.; OTTEN, W. Tryptophan metabolismo, from nutritional to potential therapeutic applications. **Amino acids**. v.41, p.1195-1205, 2011.

LECZNIESKI, J.L.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; et al. Influência da forma física e do nível de energia da ração no desempenho e na composição de frangos de corte. **Archivos Latinoamericano de Produccion Animal**. v.9, n.1, p.6-11, 2001.

LIMA, M.R. Exigências nutricionais de treonina e triptofano para codornas japonesas e galinhas poedeiras leves em postura, Areia, 2012. 133f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Areia, 2012.

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

MONEVA, P.; POPOVA-RALCHEVA, S.; GUDEV, D.; et al. Study on the metabolic implication of supplemental tryptophan in exposed to stress chickens. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**. v.14, n.4, p.424-431, 2008.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios de bioquímica**. 3. ed. SãoPaulo: Sarvier, 975 p., 2002.

NITSAN, Z.; DUNNINGTON, E.A.; SIEGEL, P.B. Organ growth and digestive enzyme levels to fifteen days of age in lines of chickens differing in body weight. **Poultry Science**. v.70, p.2040-2048, 1991

- NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development in poultry. **Journal Applied of Poultry Research**, v.6,p.344–354, 1997.
- OLIVEIRA, B.L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL E I CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA. **Anais...** Lavras, MG: NECTA, p.91-96, 2004.
- OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M. Algumas informações sobre nutrição de codornas para corte. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL E I CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA. **Anais...** Lavras, MG: NECTA, p.53-64, 2004.
- PINHEIRO, S.R.F.; BARRETO, CARVALHO, D.C.O.; et al. Níveis de triptofano digestível na dieta e a qualidade dos ovos de codornas japonesas de 21 a 30 semana de idade. **Revista de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.24, n.3, p.193-199, 2008.
- TAVARES DIAS, M.; MORAES, F.R. Características hematológicas da *Tilápia rendalli* Boulenger, 1896 (Osteichthyes:Cichlidae) capturada em pesque e pague de Franca, São Paulo, Brasil. **Bioscience Journal**, v. 19, n.1, 0.107-114, 2003.
- RITCHIE, B.W.; HARRISON, G.J.; HARRISON, L.R. **Avian medicine: principles and application**. Lake Worth, Florida: Wingers, 1994, 1407p.
- 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.
- ROSA, G.A.; SORTELLO, L.A.; DITTRICH, R.L.; et al. Perfil hematológico de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) sob estresse térmico. **Ciência Rural**. v.41, n.9, p.1605-1610, 2011.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011, 252p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP, 2007, 283p.
- SCHMIDT, M.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; et al. Exigência nutricional de lisina digestível para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38,n.10, p.1956-1961, 2009.
- SILVA, J.H.V.; RIBEIRO, L.G.R. **Tabela nacional de exigência nutricional de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*)**. 1ª ed, Bananeiras, PB: DAP/UFPB/Campus IV, 2001, 21p.
- SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F.G.P.; et al. Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.13, n.3, p.775-790, 2012.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema para análise estatística e genética**. Versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

ANEXOS

Valores médios observados para as variáveis morfofisiológicas de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de triptofano digestível e energia metabolizável

Fator	Fase de postura					
	2800			2900		
EM (Kcal/Kg)	1,770	2,770	3,770	1,770	2,770	3,770
Trp dig (g/Kg)	1,770	2,770	3,770	1,770	2,770	3,770
Variáveis	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ALTVILO	858,16	945,56	1136,11	1062,87	953,95	953,16
ALTEPIN	34,18	33,93	34,63	35,56	33,68	32,65
PVA	192,36	191,69	197,36	177,62	191,27	184,24
FIG	5,71	6,61	9,84	5,79	6,76	7,40
FIG:PVA	2,97	3,45	4,98	3,25	3,52	4,01
PAN	0,77	0,83	0,72	0,68	0,76	0,80
PAN:PVA	0,40	0,43	0,36	0,38	0,40	0,43
COR	2,31	2,00	2,23	1,91	2,15	1,87
COR:PVA	1,21	1,04	1,13	1,08	1,13	1,00
HET	36,80	32,80	38,00	36,60	38,60	38,60
LIN	56,40	60,40	56,40	57,80	55,80	54,20
H:L	0,66	0,55	0,67	0,64	0,69	0,73
EOS	3,80	2,80	3,20	3,20	2,80	3,60
BAS	0,80	1,20	1,20	1,20	1,00	2,00
MON	2,20	2,80	1,20	1,20	1,80	1,60

ALTVILO – Altura de vilosidades; ALTEPIN - Altura do epitélio intestinal; PVA – Peso vivo da ave; FIG – peso do fígado; FIG:PVA – Relação peso do fígado:peso vivo da ave; PAN – Peso do pâncreas; PAN:PVA – Relação peso do pâncreas:peso vivo da ave; COR – Peso do coração; COR:PVA – Relação peso do coração:peso vivo da ave; HET – Porcentagem de heterofilo; LIN – Porcentagem de linfócito; H:L – Relação heterofilo:linfócito; EOS – Porcentagem de eosinófilo; BAS – Porcentagem de basófilo; MON – Porcentagem de monócito.