

# NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL NA DIETA E A QUALIDADE DOS OVOS DE CODORNAS JAPONESAS DE 21 A 30 SEMANAS DE IDADE

DIGESTIBLE TRYPTOPHAN DIET LEVELS AND EGGS QUALITY OF JAPANESE QUAIL FROM 21 TO 30 WEEKS OF AGE

S. R. F. PINHEIRO<sup>1</sup>, S. L. T. BARRETO<sup>2</sup>, D. C. O. CARVALHO<sup>3</sup>, R. M. M. FILHO<sup>4</sup>,  
R. PINTO<sup>5</sup>, K. A. A. TORRES<sup>1</sup>

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os níveis de triptofano digestível (Trp dig.) em dietas para codornas japonesas em fase de postura. Foram utilizadas 400 codornas japonesas de 21 a 30 semanas de idade, alojadas em gaiolas de postura, com peso inicial de 158,50 gramas e produção média de ovos de 84,50%. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, constituído por oito blocos, cinco tratamentos (0,12; 0,16; 0,20; 0,24 e 0,28% Trp dig.), oito repetições de dez aves/repetição e três períodos experimentais de 21 dias cada. As variáveis avaliadas foram consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%/ave/dia), peso médio dos ovos (g), pesos de gema (g), albúmen (g), casca (g), porcentagem de casca (%), gravidade específica (g/cm<sup>3</sup>) e unidades Haugh. Todas as variáveis apresentaram efeitos (P<0,05) dos níveis de triptofano nas dietas, exceto consumo de ração, peso médio dos ovos e peso de gema. As respostas das codornas, respeitando o ajuste estatístico obtido por meio de modelos de regressão quadrática e do modelo LRP, permitiram concluir que as dietas de codornas devem conter o nível de 0,21% de triptofano digestível, resultando no consumo diário de 45,0 mg/ave de triptofano, correspondendo à relação triptofano: lisina digestível de 21%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aminoácido. *Coturnix coturnix japônica*. Exigência. Qualidade dos ovos

## SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the digestible tryptophan level (dig. Trp) for laying Japanese quail diets. Four hundred Japanese quail aging 21 to 30 weeks were housed in laying cages, with initial average weight of 158.50 g and egg production of 84.50%. The experimental arrangement consisted on a randomized design, containing eight blocks, five of tryptophan levels (0.12, 0.16, 0.20, 0.24 and 0.28% dig. Trp), eight replicates of ten birds and three experimental periods of 21 days. The evaluated parameters were feed intake (g/bird/day), egg production (%/bird/day), average weight of eggs (g), weights of yolk (g), albumen (g), shell (g), percentage of shell (%), specific gravity (g/cm<sup>3</sup>) and Haugh units. The tryptophan level affected (P<0.05) all parameters, except feed intake, average eggs weight and weight of yolk. The performance of quails using the statistical adjustment through quadratic regression, broken-line regression model, suggested that the minimum requirement of diets of digestible tryptophan is 0.21% of the diet, allowed the daily intake of 45.0 mg of tryptophan per bird, and the corresponding ratio between digestible tryptophan and digestible lysine was 21%.

**KEY-WORDS:** Amino acids. *Coturnix coturnix japônica*. Exigency Quality of eggs

<sup>1</sup>Estudantes Pós-graduação em Zootecnia – FCAV - Unesp – Jaboticabal- SP: E-mail: [sandrazoot@yahoo.com.br](mailto:sandrazoot@yahoo.com.br).

<sup>2</sup> Professor Departamento de Zootecnia - Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG

<sup>3</sup> Doutora em Zootecnia – Agroceres Nutrição Animal

<sup>4</sup> Estudante Pós-graduação em Zootecnia, UFV – Viçosa – MG

<sup>5</sup> Professor Departamento de Medicina Veterinária – Univiçosa – Viçosa - MG

## INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira representa um importante setor de atividade econômica, colocando o país em um patamar elevado de produção, gerando rendas e divisas com a comercialização de seus produtos para o mercado consumidor interno e externo.

A criação de codornas tem despertado interesse em alguns produtores rurais, devido ao rápido crescimento das aves, baixo consumo de ração, maturidade sexual precoce, longevidade em alta produção, baixo investimento, rápido retorno financeiro e alta qualidade de seus produtos. Dessa forma, muitas pesquisas têm sido impulsionadas com o intuito de melhorar cada vez mais a eficiência dessas aves. (ALBINO & BARRETO, 2003).

O estudo do nível nutricional na produção avícola é um fator que merece destaque, uma vez que aproximadamente 70% do custo de produção é proveniente da alimentação. No entanto existem poucos trabalhos de pesquisa no Brasil que têm estudado as exigências nutricionais de codornas japonesas, principalmente aqueles referentes aos aminoácidos essenciais. De acordo com ZAVIEIRO (1993), uma dieta contendo excesso de um aminoácido leva à redução do consumo de alimento e alteração do metabolismo, gerando um incremento calórico desnecessário com produção elevada de ácido úrico e excessivo consumo de água. Portanto, é necessário estabelecer o nível de exigência dos aminoácidos essenciais para esta espécie, visto que, na maioria das vezes, as formulações das dietas têm-se baseado em tabelas internacionais ou em outra espécie de aves (MURAKAMI et. al., 2006).

O triptofano (Trp) pertence à classe dos aminoácidos essenciais, ou seja, não são produzidos pelo animal ou são produzidos em velocidade muito lenta, não satisfazendo às suas necessidades. Dependendo da dieta, ele pode ser considerado como terceiro aminoácido limitante para aves, antecedido pela metionina e a lisina. De acordo com o NRC (1994), a exigência de triptofano total para codornas japonesas em fase inicial e de reprodução é de 0,22 e 0,19%, com 24 e 20% de PB e 2.900 kcal de energia metabolizável (EM)/kg de ração, respectivamente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos níveis de triptofano digestível na dieta sobre a qualidade dos ovos de codornas japonesas no período de 21 a 30 semanas de idade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado nas instalações do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, no período de 13 de julho a 13 de setembro de 2005.

Foram utilizadas 400 codornas fêmeas (*Coturnix coturnix japonica*) com 21 semanas de idade, submetidas a três períodos experimentais de 21 dias cada. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso constituído por oito blocos, para controlar o efeito da produção de ovos. As dietas experimentais

foram constituídas de cinco relações triptofano digestível: lisina digestível com oito repetições de 10 aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria e distribuídas em gaiolas de arame galvanizado, com as dimensões de 1,0 m de comprimento x 0,25 m de largura x 0,20 m de altura, dispostas em três andares. Cada gaiola foi subdividida em duas repartições iguais de 0,50 m, nas quais foram alojadas dez aves, fornecendo área de 125 cm<sup>2</sup> /ave. Sobre o piso de cimento, abaixo das gaiolas, foi colocada uma camada de maravalha, para absorção da umidade das excretas. O comedouro e o bebedouro foram do tipo calha, em chapa metálica galvanizada, ambos colocados percorrendo toda a extensão das gaiolas.

As dietas e a água foram fornecidas à vontade. O programa de luz utilizado foi de 17 horas de luz (natural + artificial), com o uso de um controlador de luz do tipo "timer". As temperaturas de máxima e mínima e a umidade relativa do ar foram registradas diariamente, por meio de termômetros de máxima e mínima e de bulbo seco e bulbo úmido, localizados num ponto central entre as fileiras de gaiolas.

A composição percentual e calculada das dietas encontram-se na Tabela 1, sendo formuladas com base nas composições dos ingredientes apresentados por Rostagno et al. (2000) e as exigências nutricionais das codornas de acordo com o NRC (1994), exceto para alguns nutrientes. A exigência em lisina digestível baseou-se nas recomendações de Pinto et al. (2003a), que recomendaram 1,12% de lisina, porém foi utilizado em nível subótimo, fixada para manter-se em 1%. Já a exigência em metionina + cistina foi baseada nas recomendações de Pinto et al. (2003b), acrescidas em 4% para assegurar ausência de deficiência. A exigência de treonina digestível e de cálcio seguiram as recomendações de Umigi et al. (2007) e Barreto et al. (2007), respectivamente.

As dietas foram formuladas de forma que todas fossem isonutritivas, contendo 20% de PB, 2.900 kcal de EM/kg, variando apenas os níveis de suplementação de L-triptofano (0,00; 0,04; 0,08; 0,12 e 0,16%), perfazendo 0,120; 0,160; 0,200; 0,240 e 0,280% de triptofano digestível, constituindo-se assim os cinco tratamentos experimentais. Estes apresentaram relações triptofano: lisina digestível de 12,0; 16,0; 20,0; 24,0 e 28,0%, respectivamente. As diferenças entre os equivalentes protéicos do triptofano e do ácido glutâmico nos diferentes níveis de triptofano em avaliação foram compensadas pelo amido de milho.

Os parâmetros analisados foram consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%/ave/dia), peso médio dos ovos (g), pesos de gema (g), albúmen (g), casca (g), porcentagem de casca (%), gravidade específica (g/cm<sup>3</sup>) e unidades Haugh. A avaliação do consumo de ração foi determinada pela diferença entre a ração fornecida e a sobra no final de cada período experimental, sendo corrigida para mortalidade, quando necessário. A coleta dos ovos foi realizada diariamente às 8h00, e a produção foi calculada em porcentagem/ave/dia. Para obtenção do peso médio dos ovos, os mesmos foram coletados durante o 19º, 20º e 21º dia de cada período e pesados em balança de

precisão de 0,001 grama, sendo obtida a média de cada parcela. Para o peso de gema, albúmen e casca, quatro ovos com peso semelhante ao da média de ovos da parcela foram identificados, quebrados, e a gema pesada em balança de precisão, sendo seu peso registrado, e a respectiva casca foi lavada e seca ao ar por 48 horas, sendo o peso do albúmen obtido pela diferença entre o peso do ovo e os pesos da gema e da casca. O peso relativo da casca foi calculado em relação ao peso do ovo. A gravidade específica foi determinada no 16º, 17º e 18º dia de cada período. Todos os ovos íntegros coletados foram imersos e avaliados em solução de NaCl com densidade variando de 1,055 a 1,100 g/cm<sup>3</sup>, com intervalos de 0,005 g/cm<sup>3</sup>, sendo a densidade dos ovos medida por meio de um densímetro da marca OM-5565. A unidade Haugh foi obtida por meio da medição da altura do albúmen, durante o 19º, 20º e 21º dia de cada período, realizada com o auxílio de um micrômetro do tipo AMES S-

6428, segundo o critério desenvolvido por HAUGH (1937).

As análises estatísticas dos resultados obtidos foram feitas utilizando-se o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1999). Os efeitos dos níveis de triptofano digestível foram estudados por meio de análise de variância e de regressão polinomial, sendo os graus de liberdade dos fatores avaliados desdobrados em efeitos linear e quadrático. Também foi utilizado o modelo descontínuo LRP - Linear Response Plateau (BRAGA, 1983). Para a escolha dos modelos, consideraram-se os maiores valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), tolerando-se a significância máxima de 5% de probabilidade pelo teste F da regressão. Na ausência de interações significativas ( $P>0,05$ ) entre triptofano e períodos, os níveis de triptofano digestível foram estudados como efeitos principais.

**Tabela 1-** Composição percentual e níveis nutricionais calculados da dieta basal com base na matéria natural

Ingredientes	%
Milho	58,437
Farelo de glúten 60%	10,000
Farelo de soja	5,808
Farelo de trigo	7,000
Farinha peixe 55%	3,000
Farinha carne ossos 45%	2,900
Óleo de soja	1,725
Fosfato bicálcico	0,110
Calcário	6,806
Sal	0,212
L- Lisina HCl (78%)	0,586
DL- Metionina (99%)	0,248
L- Treonina (99%)	0,092
L- Valina (99%)	0,055
Mistura vitamínica <sup>1</sup>	0,100
Mistura mineral <sup>2</sup>	0,050
Antioxidante BHT <sup>3</sup>	0,010
Cloreto de colina 60%	0,060
Avilamicina 10%	0,055
L- Triptofano (99%)	0,000
Ácido glutâmico	2,714
Amido	0,032
<b>Total</b>	<b>100,000</b>
<b>Composição calculada</b>	
E. M. (kcal/kg)	2900
Proteína bruta (%)	20,0
Cálcio (%)	3,200
Fósforo disponível (%)	0,400
Sódio (%)	0,150
<b>Composição aminoacídica calculada</b>	
Lisina digestível (%)	1,000
Met. + Cist digestível (%)	0,840
Treonina digestível (%)	0,650
Triptofano digestível (%)	0,120
Valina digestível (%)	0,740
Arginina digestível (%)	0,830
Isoleucina digestível (%)	0,650

<sup>1</sup> **Composição/kg** : vit. A 12.000.000 U.I., vit D<sub>3</sub> 3.600.000 U.I., vit. E 3.500 U.I., vit B<sub>1</sub> 2.500 mg, vit B<sub>2</sub> 8.000 mg, vit B<sub>6</sub> 5.000 mg, ác. pantotênico 12.000 mg, biotina 200 mg, vit. K 3.000 mg, ác. fólico 1.500mg, ác. nicotínico 40.000 mg, vit. B<sub>12</sub> 20.000mg, selênio 150 mg, veículo q.s.p. 1.00g.

<sup>2</sup> **Composição/kg**: Mg -160g, Fe -100g, Zn -100g, Cu -20g, Co -2g, I- 2g, excipiente q.s.p. – 1.000 g.

<sup>3</sup> **BHT**- Butil-hidróxi-tolueno -antioxidante

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das temperaturas máximas (23, 26 e 27° C) e mínimas (13, 15 e 17° C) e a umidade relativa do ar (68, 67 e 70%) registradas no interior do galpão referem-se aos 1º, 2º e 3º períodos experimentais, respectivamente.

Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre os níveis de triptofano digestível e os períodos experimentais para nenhuma das variáveis estudadas. Os resultados do consumo de ração (CR), produção de ovos (PO) e peso médio dos ovos (PMO) encontram-se na Tabela 2.

Observou-se que os níveis de Trp não influenciaram ( $P>0,05$ ) o CR das codornas. Da mesma forma, Antar et al. (2004) e Deponti et al. (2004), quando trabalharam com galinhas poedeiras, avaliando níveis de triptofano nas dietas, não observaram diferenças entre os tratamentos avaliados no CR. Considerando os efeitos dos períodos, observou-se que no 3º período experimental as codornas apresentaram maior CR ( $P<0,01$ ), sendo justificado pelo avanço na idade das aves, que normalmente aumentam seu consumo.

Os níveis de Trp influenciaram ( $P<0,01$ ) a PO das codornas japonesas de forma linear, tendo sido ajustada pelo modelo LRP. A equação  $\hat{Y} = 81,28 + 21,16 \text{ Trp}$  ( $R^2 = 0,66$ ) estimou a máxima PO como sendo 85,72%, com um nível de Trp digestível na ração estimado em 0,21%. A partir do segundo nível (0,16%) de Trp, observou-se pequena variação nos resultados, porém o menor nível (0,12%) resultou em menor PO, sendo este comportamento justificado por ser este um nível muito abaixo ao recomendado pelo NRC (1994). Observou-se também que nos dois últimos períodos experimentais as aves apresentaram melhora ( $P<0,01$ ) sobre a PO.

Para o PMO não se verificou efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de Trp das rações. De forma semelhante, Russell & Harms (1999), Peganova & Eder (2003) e Deponti et al. (2004), avaliando níveis de Trp total em dietas de galinhas poedeiras, também não encontraram efeito sobre essa variável.

No 2º e 3º períodos, as codornas produziram ovos mais pesados, estando este resultado em conformidade com o fato de que as codornas, assim como as poedeiras, normalmente aumentam o tamanho dos ovos, conseqüentemente o peso dos mesmos, com o avanço da idade.

Os resultados referentes a peso de gema (PG), peso de albúmen (PA), peso de casca (PC), porcentagem de casca (PORC), gravidade específica (GE) e unidades Haugh (UH) encontram-se na Tabela 3.

Os níveis de Trp digestível das dietas influenciaram o PA e o PC de forma quadrática, não exercendo efeitos ( $P>0,05$ ) sobre o PG. Com relação aos períodos, observou-se que o 2º e 3º períodos experimentais apresentaram maiores PG, e estes não diferiram entre si, apresentando o 3º período um acréscimo de 3,5% em relação ao 1º período. As codornas, assim como as galinhas poedeiras, geralmente aumentam o PMO com o avanço da idade, e conseqüentemente aumenta o conteúdo interno dos mesmos, o que justifica o aumento no PG nos períodos avaliados (ANNAKA et al. 1993).

Pela derivada da equação quadrática  $\hat{Y} = 7,36 - 5,92 \text{ Trp} + 15,72 \text{ Trp}^2$ ; ( $R^2 = 0,75$ ) obtém-se que o PA diminui até o nível de 0,19% de Trp digestível, aumentando a partir desse nível. Verificou-se também que no 3º período os ovos apresentaram maiores PA, tendo um acréscimo de 2,6% em relação ao 1º, justificando-se da mesma forma que o PG.

Observando a equação quadrática  $\hat{Y} = 0,77 + 1,36 \text{ Trp} - 3,50 \text{ Trp}^2$ ; ( $R^2 = 0,78$ ), é possível estimar o ponto máximo de 0,19% de Trp na ração para o PC. Entre os períodos experimentais não houve diferenças para a variável em questão.

Os níveis de Trp digestíveis das rações aumentaram ( $P<0,01$ ) a PORC de forma quadrática até o nível de 0,19% de Trp,  $\hat{Y} = 6,96 + 14,19 \text{ Trp} - 36,82 \text{ Trp}^2$ ; ( $R^2 = 0,89$ ). A PORC está correlacionada com o PMO e PC, logo, como o PMO foi semelhante em todos os níveis de Trp avaliados e o PC aumentou até 0,19% de Trp, por conseqüente, a PORC seguiu o mesmo padrão de resposta que o PC. O 1º período obteve maior valor para PORC, o 2º e 3º períodos apresentaram valores de 2,3 e 4,3% inferiores ao 1º, respectivamente. Este resultado reflete o fato de que as codornas geralmente aumentam a produção e o peso dos ovos com o avanço da idade, porém a deposição de cálcio, sob a forma de carbonato de cálcio, na casca dos ovos permanece constante ao longo da vida produtiva.

Os níveis de Trp digestíveis das dietas aumentaram ( $P<0,01$ ) a GE de forma quadrática, segundo a equação  $\hat{Y} = 1,067 + 0,077 \text{ Trp} - 0,18 \text{ Trp}^2$ ; ( $R^2 = 0,83$ ), até o nível de 0,21%, enquanto a UH diminuiu também de forma quadrática,  $\hat{Y} = 95,80 - 63,47 \text{ Trp} + 148,86 \text{ Trp}^2$ ; ( $R^2 = 0,85$ ), até o mesmo nível. Analisando os períodos experimentais, verificou-se que o 1º obteve melhores resultados para ambas as variáveis, podendo ser justificado pela maior PORC obtida nesse período, conferindo aos ovos melhor qualidade.

**Tabela 2-** Efeito dos níveis de triptofano digestível nas rações e dos períodos experimentais sobre o consumo de ração (CR), produção dos ovos (PO) e peso médio dos ovos (PMO) de codornas japonesas de 21 a 30 semanas de idade.

Variáveis	Níveis de triptofano digestível (%)					Períodos <sup>1</sup>			CV (%)
	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	
<b>CR<sup>3</sup></b>									
(g/ave/dia)	21,47	21,71	21,36	21,36	21,61	21,37 <sup>b</sup>	20,67 <sup>c</sup>	22,46 <sup>a</sup>	5,50
<b>Probabilidade</b>	>0,05					<0,01			
<b>Trp x Período</b>	>0,05								
<b>PO<sup>2</sup></b>									
(%/ave/dia)	83,58	85,32	84,92	86,53	85,81	82,50 <sup>b</sup>	86,23 <sup>a</sup>	86,96 <sup>a</sup>	3,80
<b>Probabilidade</b>	<0,01					<0,01			
<b>Trp x Período</b>	>0,05								
<b>PMO<sup>3</sup></b>									
(g)	10,94	10,80	10,87	10,93	10,93	10,74 <sup>b</sup>	10,92 <sup>a</sup>	11,02 <sup>a</sup>	2,67
<b>Probabilidade</b>	>0,05					<0,01			
<b>Trp x Período</b>	>0,05								

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem em 5% pelo teste SNK

<sup>2</sup> Efeito linear (P<0,01).

<sup>3</sup> Efeito não significativo (P>0,05).

**Tabela 3-** Efeito dos níveis de triptofano digestível nas rações e dos períodos experimentais sobre o peso de gema (PG), peso de albúmen (PA), peso de casca (PC), porcentagem de casca (PORC), gravidade específica (GE) e unidades Haugh (UH) de codornas japonesas de 21 a 30 semanas de idade.

Variáveis	Níveis de triptofano digestível (%)					Períodos <sup>1</sup>			CV (%)
	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	1°	2°	3°	
<b>PG<sup>2</sup> (g)</b>	3,15	3,16	3,15	3,11	3,11	3,07 <sup>b</sup>	3,16 <sup>a</sup>	3,18 <sup>a</sup>	3,82
<b>Probabilidade</b>	>0,05					<0,01			
<b>Trp x Período</b>	>0,05								
<b>PA<sup>3</sup> (g)</b>	6,89	6,79	6,79	6,89	6,92	6,77 <sup>b</sup>	6,85 <sup>b</sup>	6,95 <sup>a</sup>	3,30
<b>Probabilidade</b>	<0,05					<0,01			
<b>Trp x Período</b>	>0,05								
<b>PC<sup>4</sup> (g)</b>	0,89	0,89	0,91	0,90	0,88	0,90 <sup>a</sup>	0,90 <sup>a</sup>	0,89 <sup>a</sup>	3,90
<b>Probabilidade</b>	<0,01					>0,05			
<b>Trp x Período</b>	>0,05								
<b>PORC<sup>4</sup> (%)</b>	8,14	8,25	8,38	8,20	8,05	8,40 <sup>a</sup>	8,21 <sup>b</sup>	8,04 <sup>c</sup>	4,07
<b>Probabilidade</b>	<0,01					<0,01			
<b>Trp x Período</b>	>0,05								
<b>GE<sup>4</sup> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1,074	1,075	1,075	1,075	1,074	1,076 <sup>a</sup>	1,075 <sup>b</sup>	1,073 <sup>c</sup>	0,13
<b>Probabilidade</b>	<0,01					<0,01			
<b>Trp x Período</b>	>0,05								
<b>UH<sup>4</sup></b>	90,47	89,12	89,22	89,28	89,61	90,64 <sup>a</sup>	88,91 <sup>b</sup>	89,07 <sup>b</sup>	1,55
<b>Probabilidade</b>	<0,01					<0,01			
<b>Trp x Período</b>	>0,05								

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem em 5% pelo teste SNK

<sup>2</sup> Efeito não significativo (P>0,05).

<sup>3</sup> Efeito quadrático (P<0,05).

<sup>4</sup> Efeito quadrático (P<0,01).

## CONCLUSÃO

A exigência em Trp digestível para codornas japonesas de 21 a 30 semanas de idade, baseada na produção de ovos e na gravidade específica, foi estimada em 0,21%, pelo uso dos modelos LRP- Linear Response Plateu e quadrática, respectivamente, correspondendo ao consumo diário de 45,0 mg/ave de triptofano digestível, equivalendo à relação triptofano digestível: lisina digestível de 21%.

## REFERÊNCIAS

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

ANNAKA, A. et al. Effects of dietary protein levels on performance of japanese quail. **Animal Science Technology**, v. 64, n. 8, p.797-806, 1993.

- ANTAR, R. S., 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, n. 3, p. 447-455, 2004.
- BARRETO, S. L. T. et al. Determinação da exigência nutricional de cálcio de codornas japonesas na fase inicial do ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.68-78, 2007.
- BRAGA, J. M. **Avaliação da fertilidade do solo (Ensaio de Campo)**. Viçosa: UFV Imprensa Universitária, 1983. 101p. (publ., nº 156).
- DEPONTI, B. J. et al. Determinação da exigência de triptofano para poedeiras brancas com 51 semanas de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, p. 31, 2004.
- MURAKAMI, A. E. et al. Determinação do melhor nível de sal comum para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.6, p.2333 – 2337, 2006.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requirements of poultry**. Washington: National Academy Press, 1994. p. 44-45.
- PEGANOVA, S., EDER, K. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine e tryptophan on the performance of laying hens. **Poultry Science**, v. 82, n. 1, p. 100-105, 2003.
- PINTO, R. et al. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, n.5, p.1182 – 1189, 2003a.
- PINTO, R. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, n.5, p.1166 – 1173, 2003b.
- ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. Viçosa : UFV, 2000. 141p.
- RUSSELL, G. B., HARMS, R. H. Tryptophan requirement of the commercial hen. **Poultry Science**, v.78, n. 9, p. 1283-1285, 1999.
- UMIGI, R. T., BARRETO, S. L. T., DONZELE, J. L., REIS, R. S., SOUSA, M. F., LEITE, C. D. S. Níveis de treonina digestível em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, no. 6, p.1868-1874, 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. – **Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas** – SAEG. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 1999.
- ZAVIEIRO, D. Nível ótimo de proteína em gallinas ponedoras. **Avicultura Profissional**. v. 11. n. 2, p. 11-13, 1993.