

Exigência de cálcio para codornas japonesas (*coturnix coturnix japonica*) em postura

Patrícia Araújo Brandão^{1*}, Fernando Guilherme Perazzo Costa², José Humberto Vilar da Silva³, Jocelyn Santiago Brandão⁴, Janete Gouveia Souza Nobre¹ e Cláudia de Castro Goulart^{1,5}

¹Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, 58397-000, Areia, Paraíba, Brasil.

²Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil. ³Centro de Formação de Tecnólogos, Universidade Federal da Paraíba, Campus IV, Bananeiras, Paraíba, Brasil. ⁴Departamento de Ciências Fundamentais e Sociais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil.

⁵Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, Ceará, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: patriciaaraujobrandao@bol.com.br

RESUMO. Realizou-se este experimento com o objetivo de determinar as exigências de cálcio de codornas japonesas em postura. Foram utilizadas 105 codornas, distribuídas em sete tratamentos, com três repetições. Os tratamentos consistiram em uma ração basal suplementada com calcário calcítico para alcançar sete níveis de cálcio (2,95; 3,10; 3,25; 3,40; 3,55; 3,70 e 3,85%). As variáveis avaliadas foram: consumo de ração (CR), produção de ovos (PD), massa de ovos (MO), conversão por massa de ovos (CMO), conversão por dúzia de ovos (CDO), peso do ovo (PO), peso e percentagem de gema, albúmem e casca e gravidade específica. O CR e CMO não foram influenciados pelos níveis de cálcio na dieta. A PD, MO e CDO sofreram efeito quadrático dos níveis de cálcio, sendo os valores máximos para estas variáveis estimados com os níveis de 3,45; 3,51 e 3,34% de cálcio. O PO aumentou linearmente com os níveis de cálcio na dieta. Foi verificado efeito quadrático dos níveis de cálcio sobre o peso e percentagem do albúmem e gema e gravidade específica. Recomenda-se para codornas japonesas o nível de 3,51% de cálcio da ração para a otimização dos índices de desempenho sem afetar negativamente a qualidade interna e externa dos ovos.

Palavras-chave: calcário calcítico, desempenho, deposição de cálcio, qualidade dos ovos.

ABSTRACT. Calcium requirement for japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) in the laying phase. This trial was performed to determine the requirements of calcium for Japanese quails during the laying period. A hundred and five quails were distributed in seven treatments and three repetitions. The treatments consisted of a basal diet supplemented with limestone in order to produce seven calcium levels (2.95; 3.10; 3.25; 3.40; 3.55; 3.70 and 3.85%). The following variables were evaluated: feed intake (CR), egg production (PD), egg mass (MO), conversion per egg mass (CMO), conversion per egg dozen (CDO), egg weight (PO), the weights and percentages of yolk, albumen and shell, and specific gravity. Calcium levels in the diet had no effect on CR and CMO. On the other hand, there was quadratic effect on PD, MO and CDO, and the maximum levels for these variables were estimated with calcium levels of 3.45; 3.51 and 3.34%, respectively. PO increased linearly with calcium levels in the diet. A quadratic effect of calcium levels was seen on the specific gravity and on weight and percentage of albumen and yolk. Calcium levels of 3.51% are recommended for Japanese quails during the laying period in order to optimize performance indexes without affecting negatively the internal and external egg quality.

Key words: limestone, performance, calcium deposition, egg quality.

Introdução

O cálcio é um dos elementos mais abundantes no organismo, estando aproximadamente 99 % presente como constituinte dos ossos e o restante sendo de extrema importância para o metabolismo celular, ativação enzimática e ação neuromuscular (Ammerman *et al.*, 1995).

Durante o período de crescimento da ave, a maior proporção do cálcio da dieta é utilizado para a formação dos ossos, enquanto nas aves adultas, em produção de ovos, a maior porção é utilizada para a formação da casca do ovo. Aves com deficiência de cálcio apresentam atraso no crescimento, diminuição no consumo e fragilidade óssea durante a fase de desenvolvimento e presença de ovos com casca fina,

redução na produção de ovos e no conteúdo de cinzas e de cálcio nos ossos, durante a fase de postura (Scott *et al.*, 1982). Segundo Dale (1983), a inclusão de altos níveis de cálcio nos alimentos aumenta a necessidade de fósforo, pois o cálcio interfere na absorção do fósforo, complexando-o em nível de intestino, tornando-o, assim, menos disponível.

No período de calcificação, o cálcio a ser depositado na casca tem duas origens: dietética e óssea. Mesmo que as aves consumam quantidades adequadas de cálcio, cerca de 30% do cálcio da casca é oriundo dos ossos. Porém, a utilização do cálcio do esqueleto pode ser aumentada pelo baixo nível de ingestão de cálcio. Quanto maior a dependência de cálcio do esqueleto, menor a quantidade de cálcio depositada na casca (Ito, 1998), resultando em ovos com casca fina e pouco resistente à quebra, causando prejuízos econômicos ao produtor. Portanto, devem-se fornecer quantidades de cálcio na dieta de aves em produção que atendam à demanda não só para a produção de ovos, mas também para uma boa qualidade da casca.

Em função da grande importância da nutrição mineral para a produção e qualidade dos ovos de codornas, faz-se necessária a revisão das exigências de cálcio destas aves, visto que as formulações de rações para codornas baseiam-se principalmente em dados estrangeiros pouco condizentes com as condições brasileiras, comprometendo, às vezes, dados de produtividade (Murakami e Ariki, 1998).

Estudando diferentes níveis de Ca e P total, Shrivastav *et al.* (1989) concluíram que os níveis de 2,8% de Ca e 0,70% de P proporcionaram os melhores resultados de desempenho produtivo e qualidade da casca.

Pedroso *et al.* (1999), avaliando níveis de cálcio de 2,5; 3,0; e 3,5% e níveis de fósforo disponível de 0,25; 0,45; 0,65 e 0,85% para codornas em fase de produção de ovos, a partir dos 42 dias de idade, não encontraram efeitos significativos de tratamento para consumo de ração, percentagem de postura, peso dos ovos, conversão alimentar por dúzia de ovos e por quilograma de ovos, percentagem de casca e espessura de casca. No entanto, observou-se melhoria na gravidade específica dos ovos com os níveis de 0,45% de fósforo disponível e 3,5% de cálcio.

Níveis inferiores a esses foram determinados por Garcia *et al.* (2000), em que o melhor desempenho produtivo, qualidade de casca e maior resistência à quebra da tíbia ocorreu com os níveis de 2,50% de Ca e 0,36% de fósforo disponível. Por outro lado, Pereira *et al.* (2004), trabalhando com os níveis de 1,6 a 3,6% de cálcio na dieta, verificaram que o nível

de 3,2% de Ca, correspondendo ao consumo diário de 882 mg de Ca ave⁻¹, foi exigido para proporcionar melhor desempenho e manutenção de boa qualidade dos ovos de codornas japonesas na fase inicial de postura.

De acordo com Garcia e Pizzolante (2004), a elevação do nível de cálcio além de 2,5% pode melhorar a qualidade da casca dos ovos, contudo poderá também haver redução no consumo de ração.

Desta forma, realizou-se esta pesquisa com o objetivo de verificar o efeito dos níveis de cálcio da dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de codornas em postura no período de 46 a 130 dias de idade.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Areia, Universidade Federal da Paraíba, Estado da Paraíba, utilizando-se codornas japonesas na fase de postura (46 a 130 dias de idade).

Na fase pré-experimental, as aves receberam rações formuladas de acordo com as recomendações do NRC (1994). As aves receberam 24 horas de luz (natural e artificial) até a terceira semana de idade. A partir desta data até o início da postura, as aves foram mantidas em apenas luz natural para evitar a maturidade sexual precoce. Por volta dos 40 dias de idade, quando começaram a surgir os primeiros ovos, iniciou-se gradativamente um programa de luz artificial no sentido de estimular as aves à produção, chegando a se obter 17 horas de luz dia⁻¹, permanecendo constante até o final do ciclo de produção de ovos.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram registrados três vezes ao dia, utilizando-se um termômetro de bulbo seco e bulbo úmido colocado no meio do galpão a 50 cm das gaiolas. As temperaturas e umidades relativas mínimas e máximas foram 20 e 26°C e 69 e 70%, respectivamente.

Foram utilizadas 105 codornas de 46 dias de idade, pesando em média 132 ± 7 g. As aves foram distribuídas num delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), constituído de sete tratamentos, com três repetições, sendo cinco aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em uma ração basal deficiente em cálcio, suplementada com calcário calcítico em substituição ao inerte para alcançar sete níveis crescentes de cálcio (2,95; 3,10; 3,25; 3,40; 3,55; 3,70 e 3,85%). A ração basal foi formulada de acordo com as recomendações do INRA (1999), exceto para o cálcio (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual e calculada da dieta basal.**Table 1.** Percentual composition and calculated of basal diet.

Ingredientes (%)	Dieta Basal
<i>Ingredients (%)</i>	<i>(Basal diet)</i>
Milho grão	
<i>Ground corn</i>	57,66
Farelo de soja ²	
<i>Soybean meal</i>	26,74
Glúten de milho	
<i>Corn gluten</i>	3,00
Fosfato bicálcico	
<i>Dicalcium phosphate</i>	1,62
Calcário	
<i>Limestone</i>	6,35
Óleo de soja	
<i>Vegetable oil</i>	1,40
L-lisina•HCL 78,4%	
<i>L-Lysine•HCL-78,4%</i>	0,24
DL-Metionina 99%	
<i>DL-Methionine-99%</i>	0,10
Suplemento vitamínico ¹	
<i>Vitamin mix¹</i>	0,10
Suplemento mineral ²	
<i>(Mineral mix)²</i>	0,05
Cloreto de colina	
<i>Choline chloride</i>	0,05
Sal	
<i>Salt</i>	0,27
BHT ³	
<i>Inert</i>	0,01
Inerte	
<i>Inert</i>	2,41
Composição calculada	
<i>Calculated composition</i>	
Energia metabolizável (kcal kg ⁻¹)	2.800
<i>Metabolizable energy (kcal kg⁻¹)</i>	
Proteína bruta (%)	19,2
<i>Crude protein (%)</i>	
Cálcio (%)	2,95
<i>Calcium (%)</i>	
Fósforo disponível (%)	0,40
<i>Nonphytate phosphorus (%)</i>	
Lisina (%)	1,11
<i>Lysine (%)</i>	
Metionina+cistina (%)	0,73
<i>Methionine+cystine (%)</i>	
Treonina (%)	0,73
<i>Threonine (%)</i>	
Sódio (%)	0,14
<i>Sodium (%)</i>	

¹Suplemento vitamínico por kg de ração: Vit. A - 15.000.000 UI, Vit. D₃ - 1.500.000 UI, Vit. E - 15.000 UI, Vit. B₁ - 2,0 g, Vit. B₂-4,0 g, Vit. B₆ - 3,0 g, Vit. B₁₂ - 0,015 g, Ácido nicotínico - 25 g, Ácido pantotênico - 10 g, Vit. K₃ - 3,0 g, Ácido fólico - 1,0 g, Bacitracina de zinco - 10 g, Selênio - 250 mg, Antioxidante BHT - 10 g, e veículo q.s.p. - 1.000 g; ²Suplemento mineral por kg de ração: Mn, 60 g; Fe, 80 g; Zn, 50 g; Cu, 10 g; Co, 2 g; I, 1 g; e veículo (vehicle) q.s.p., 500 g; ³Antioxidante (Butil-hidroxi-tolueno-BHT) - 10 g e veículo (vehicle) q.s.p. - 1.000 g.

As aves foram alojadas em gaiolas sobrepostas, de arame galvanizado com 0,33 x 0,38 x 0,16 m e receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental.

O período experimental foi dividido em quatro períodos consecutivos de 21 dias cada, no qual em cada período foram realizadas avaliações do desempenho produtivo e da qualidade dos ovos, sendo a média dos quatro períodos utilizada para análise estatística.

As variáveis avaliadas foram produção de ovos, massa de ovos, conversão por massa de ovos, conversão por dúzia de ovos, peso do ovo, peso e percentagem de gema, de albúmen e de casca e gravidade específica do ovo.

A coleta dos ovos foi realizada duas vezes ao dia (10:00 e 16:00 horas) para a determinação de porcentagem de produção. Nos quatro últimos dias de cada período avaliado, foram coletados todos os ovos de cada parcela, pesados e uma amostra de dois ovos por tratamento foi obtida para serem realizadas avaliações da qualidade dos ovos. Posteriormente foram quebrados e tomadas as medidas de peso de gema e albúmen. Em seguida, as cascas foram secas em estufas a 105°C por no mínimo 4 horas, de acordo com metodologia descrita por Silva e Santos (2000), sendo posteriormente pesadas para a determinação do peso e percentagem da casca.

A gravidade específica foi determinada pelo método de flutuação salina, conforme metodologia descrita por Hamilton (1982), sendo as densidades da água contida nos baldes conferidas antes de cada avaliação com densímetro de petróleo, com intervalos de 2,5 g cm⁻³ apresentando variações entre 1060 a 1097,5, totalizando 16 baldes.

Os cálculos de massa de ovos foram obtidos pelo produto da porcentagem de ovos produzidos (ave dia⁻¹) e o peso médio dos ovos de cada parcela, e, de conversão alimentar, por massa de ovos pela relação entre a ração ingerida pelas aves e a massa de ovos produzida (kg kg⁻¹). A conversão alimentar por dúzia de ovos foi obtida dividindo-se a quantidade de ração consumida pelas aves, pelas dúzias de ovos produzidos (kg dúzia⁻¹).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando o programa Saeg (UFV, 2001).

Resultados e discussão

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de consumo de ração (g ave⁻¹ dia⁻¹), produção de ovos (%), peso de ovo (g), massa de ovo (g ave⁻¹ dia⁻¹), conversão por massa de ovo (kg dz⁻¹) e conversão por dúzia de ovo (kg dúzia⁻¹) de acordo com os níveis de cálcio na ração de codornas no período de 46 a 130 dias de idade.

Para o consumo de ração e conversão alimentar por massa de ovo não foram observados efeitos com os níveis de cálcio na dieta (p>0,05). Segundo Leeson e Summers (1991), as poedeiras são capazes de ajustar a ingestão de cálcio necessário para a formação da casca dos ovos de acordo com suas necessidades, entretanto o excesso de ingestão de cálcio nem sempre produz resultados positivos, sendo que pode comprometer de forma excessiva o consumo e a produção de ovos

Tabela 2. Valores dos parâmetros produtivos de consumo de ração ($\text{g ave}^{-1} \text{dia}^{-1}$), produção diária de ovos (%), peso médio dos ovos (g), massa de ovo ($\text{g ave}^{-1} \text{dia}^{-1}$), conversão por massa de ovos (kg kg^{-1}) e conversão por dúzia de ovo (kg dz^{-1}) de 46 a 130 dias de idade.

Table 2. Performance means of feed intake ($\text{g bird}^{-1} \text{day}^{-1}$), daily egg production (%), mean egg weight (g), egg mass ($\text{g bird}^{-1} \text{day}^{-1}$), conversion per egg mass (kg kg^{-1}) and conversion per egg dozen (kg dz^{-1}) from 46 to 130 days of age.

Níveis de cálcio Calcium levels (%)	Consumo de Ração Feed intake ($\text{g ave}^{-1} \text{dia}^{-1}$)	Produção de ovos Egg production (%)	Peso do ovo Egg weight (g)	Massa de ovo Egg mass (g)	Conversão por massa de ovo Conversion per egg mass (kg kg^{-1})	Conversão por dúzia de ovo Conversion per egg dozen (kg dz^{-1})
2,95	22,98	86,35	10,89	9,41	2,44	0,32
3,10	24,53	87,78	10,55	9,26	2,65	0,33
3,25	23,13	88,33	10,98	9,70	2,38	0,31
3,40	22,67	91,82	11,13	10,22	2,22	0,30
3,55	24,02	90,55	11,03	9,99	2,40	0,32
3,70	24,18	88,41	11,14	9,85	2,45	0,33
3,85	24,03	87,78	11,03	9,68	2,48	0,33
Média						
Mean	23,65	88,72	10,97	9,73	2,43	0,32
Exigência	-	3,45	-	3,51	-	3,34
Requirement (%)						
Regressão	NS	Q**	L**	Q**	NS	Q**
Regression						
CV (%)	2,57	0,95	1,44	1,39	2,43	2,98

L** = efeito linear ($p < 0,01$) pelo teste F (linear effect ($p < 0,01$) by F test); Q** = efeito quadrático ($p < 0,01$). (quadratic effect ($p < 0,01$)); NS = não significativo (not significant); CV = coeficiente de variação (coefficient of variation).

As variáveis produção diária de ovos, massa de ovos e conversão por dúzia de ovos sofreram efeito quadrático ($p < 0,01$) dos níveis de cálcio da dieta, sendo os valores máximos para essas variáveis ($90,3\%$, $9,97 \text{ g ave}^{-1} \text{dia}^{-1}$ e $0,31 \text{ kg dúzia}^{-1}$, respectivamente) estimados com os níveis de 3,45; 3,51 e 3,34% de cálcio na dieta, pelas equações $y = -119,48 + 121,55x - 17,603x^2$ ($R^2 = 0,75$), $y = -19,425 + 16,733x - 2,381x^2$ ($R^2 = 0,66$) e $y = 1,2586 - 0,5661x + 0,0847x^2$ ($R^2 = 0,45$), respectivamente.

Resultados diferentes foram verificados por Raju et al. (1992), os quais observaram que os níveis de Ca na dieta de codornas em postura não influenciaram na produção de ovos, no peso corporal, no peso do ovo, na espessura da casca e no conteúdo de cinzas nos ossos, mas o peso do ovo mostrou significativa redução no nível de 0,65% de P total.

As exigências em cálcio estimadas nesta pesquisa foram superiores aos encontrados por Shirivastav et al. (1989), que concluíram que o peso do ovo, a produção de ovos e a qualidade da casca melhoraram com o nível de 2,8% de Ca. O NRC (1994) também sugere níveis inferiores de cálcio (2,5%) em relação aos níveis encontrados em nosso experimento. Shirivastav e Panda (1999) sugeriram os níveis de 3,0% de Ca e 0,45% de P disponível. De forma semelhante, Garcia et al. (2000) avaliaram o desempenho de codornas japonesas alimentadas com 3,0; 3,5 e 4,0% de Ca e verificaram que a percentagem de postura foi maximizada com níveis de 3,06% de Ca.

Os pesos dos ovos aumentaram linearmente ($p < 0,01$) com os níveis de cálcio na dieta, sendo que a cada aumento de 0,15% de cálcio foi verificado um aumento de $0,06 \text{ g ovo}^{-1}$. Estes resultados discordam dos observados por Masukawa et al. (1996) que não encontraram diferenças no peso do ovo de aves recebendo diferentes níveis de cálcio na dieta. No entanto, Garcia (2001) observaram influência dos níveis de cálcio no peso dos ovos.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados de peso e percentagem do albúmem, da gema e da casca e gravidade específica de acordo com os níveis de cálcio na dieta de codornas japonesas em postura, de 46 a 130 dias de idade.

Tabela 3. Valores dos parâmetros de qualidade do ovo através de peso e percentagem do albúmem, peso e percentagem da gema, peso e percentagem da casca e gravidade específica de acordo com os níveis de cálcio na ração de codornas japonesas em postura, de 46 a 130 dias de idade.

Table 3. Egg quality parameters evaluated using albumen weight and percentage, yolk weight and percentage, eggshell weight and percentage, and specific gravity, according to calcium levels in the diet of Japanese quails from 46 to 130 days of age in the laying period.

Níveis de Cálcio Calcium level (%)	Peso do Albúmem Albumen weight (g)	Peso da gema Yolk weight (g)	Peso da casca Eggshell weight (g)	Albúmem (%)	Gema (%)	Casca (%)	Gravidade Específica Specific gravity (g cm^{-3})
2,95	5,97	3,88	1,04	54,83	35,64	9,52	1,074
3,10	5,99	3,47	1,08	56,80	32,91	10,29	1,073
3,25	6,41	3,46	1,11	58,37	31,48	10,14	1,076
3,40	6,66	3,44	1,02	59,86	30,93	9,20	1,075
3,55	6,42	3,52	1,09	58,18	31,90	9,91	1,073
3,70	6,51	3,58	1,04	58,46	32,16	9,38	1,074
3,85	6,50	3,46	1,08	58,90	31,33	9,77	1,071
Média							
Mean	6,35	3,54	1,07	57,91	32,34	9,75	1,074
Exigência	3,61	3,51	-	3,57	3,55	-	3,27
Requirement (%)							
Regressão	Q**	Q*	NS	Q**	Q**	NS	Q*
Regression							
CV (%)	2,07	4,10	3,17	1,88	3,50	2,67	1,93

Q** = efeito quadrático ($p < 0,01$) (quadratic effect ($p < 0,01$)); Q* = efeito quadrático ($p < 0,05$), pelo Teste F. (quadratic effect ($p < 0,05$) by F test); NS = não significativo (not significant); CV = coeficiente de variação (coefficient of variation).

Foi verificado efeito quadrático dos níveis de cálcio da dieta sobre o peso e percentagem do albúmem ($p < 0,01$), peso ($p < 0,05$) e percentagem ($p < 0,01$) de gema e gravidade específica ($p < 0,05$), enquanto que o peso e percentagem da casca não diferiram ($p > 0,05$).

Com o objetivo de obter melhorias na qualidade da casca dos ovos de codornas, Masukawa et al. (2001), pesquisando níveis de cálcio de 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5% em rações de codornas em fase de produção, não encontraram efeito de tratamento sobre o consumo de ração, percentagem de postura, peso de ovos, percentagem de casca, espessura da casca e gravidade específica dos ovos. Resultados semelhantes para peso e percentagem de casca foram encontrados nesta pesquisa, os quais não diferiram com o aumento de cálcio na dieta.

Avaliando os efeitos dos níveis de Ca de 2,5 a 3,5%, Masukawa *et al.* (1996) não encontraram efeitos no desempenho de produção. Enquanto que Murata *et al.* (2004), avaliando a qualidade dos ovos de codornas européias recebendo dietas com diferentes níveis de cálcio, relataram que o nível de 2,90% de cálcio, equivalente ao consumo diário de 1,03 g de cálcio, pode ser utilizado em dietas para codornas européias sem prejudicar a qualidade dos ovos.

Níveis de cálcio e fósforo disponível foram também estudados por Pedroso *et al.* (1999) que avaliaram níveis de cálcio de 2,5; 3,0 e 3,5% e níveis de fósforo disponível de 0,25; 0,45; 0,65 e 0,85% para codornas em fase de produção de ovos, a partir dos 42 dias de idade. Foi observada interação entre níveis de cálcio e fósforo para a gravidade específica dos ovos, onde o nível de 2,5% de cálcio e 0,45% de fósforo disponível proporcionaram melhores resultados, sendo que o nível de 3,5% de cálcio satisfaz as exigências das aves em combinação com todos os níveis de fósforo, recomendando os níveis de 0,45 de fósforo disponível e 3,5% de cálcio para obtenção de melhoria na gravidade específica dos ovos.

Conclusão

Recomenda-se o nível de 3,51% de cálcio na ração de postura para codornas japonesas, com base na exigência para maior produção de massa de ovo, visando otimizar os índices de desempenho sem afetar negativamente a qualidade interna e externa dos ovos.

Referências

- AMMERMAN, C.B. *et al.* Bioavailability of nutrients for animals. London: Academic Press, 1995. p. 367-398.
- DALE, N. Necessidades de fósforos para pollos. *Avicultura Professional*, Athens, v. 1, p. 80-83, 1983.
- GARCIA, J. *et al.* Exigências Nutricionais de Cálcio e Fósforo para Codornas Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em Postura. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, Campinas, Supl. 2, p. 41, 2000.
- GARCIA, E.A. Níveis nutricionais e métodos de muda forçada em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). 2001. Tese (Livro Docência)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2001.
- GARCIA, E.A.; PIZZOLANTE, C.C. Nutrição de codornas para postura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2., 2004. *Anais...* Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. CD-Rom.
- HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 61, p. 2022-2039, 1982.
- INRA-Instituto Nacional de La Recherche Agronomique. *Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves*. 2. ed. São Paulo: Roca, 1999.
- ITO, R.A. Aspectos nutricionais relacionados à qualidade da casca de ovos. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 3., 1998. São Paulo. *Anais...* São Paulo: APA, 1998. p. 119-138.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. *Comercial poultry nutrition*. Guelph: University Books, 1991.
- MASUKAWA, Y. *et al.* Efeito dos níveis de cálcio sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos de codornas japonesas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. 1996, Curitiba. *Anais...* Curitiba: Facta, 1996. p. 35.
- MASUKAWA, Y. *et al.* Níveis de cálcio da dieta sobre o desempenho e a qualidade da casca de ovos de codornas japonesas. *ARS Veterinária*, Jaboticabal, v. 17, n. 2, p. 144-148, 2001.
- MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. *Produção de codornas japonesas*. Jaboticabal: Funep-Unesp, 1998.
- MURATA, L.S. *et al.* Qualidade dos ovos de codornas européias alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de cálcio durante 41 semanas de postura. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, Campinas, Supl. 7, p. 84, 2004.
- NRC-National Research Council. *Nutrient requirements of poultry*. 9. ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1994.
- PEDROSO, A. *et al.* Níveis de cálcio e fósforo na ração sobre o desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas. *ARS Vet.*, Jaboticabal, v. 15, n. 2, p. 135-139, 1999.
- PEREIRA, C.A. *et al.* Desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com dieta contendo diferentes níveis de cálcio na fase inicial de postura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 1., 2004. *Anais...* Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. CD-Rom.
- RAJU, M.V.L.N. *et al.* Effect of dietary calcium and inorganic phosphorus on the performance of laying Coturnix quail. *Indian J. Anim. Sci.*, Índia, v. 62, n. 11, p. 1072-1076, 1992.
- SCOTT, M.L. *et al.* Proteins and Amino Acids. In: NUTRITION OF THE CHICKEN. 1982, Ithaca. *Anais...* Ithaca: New York, 1982, p. 58.
- SILVA, J.H.V.; SANTOS, V.J. Efeito do carbonato de cálcio na qualidade da casca de ovos durante a muda forçada. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1440-1445, 2000.
- SHIRIVASTAV, A.K. *et al.* Calcium and phosphorus requirements of laying japanese quail. *Indian J. Anim. Sci.*, Índia, v. 24, n. 1, p. 27-34, 1989.
- SHIRIVASTAV, A.K.; PANDA, B. A review of quail nutrition research in India. *World J. Poult. Sci.*, The Netherlands, v. 55, n. 1, p. 73-81, 1999.
- UFV-Universidade Federal de Viçosa. Central de Processamento de Dados. UFV/CPD. SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas. Viçosa, 2001.

Received on January 31, 2006.

Accepted on February 23, 2006.