

Exigências nutricionais de cálcio e fósforo para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura

Jocilaine Garcia, Alice Eiko Murakami*, Elias Nunes Martins e Antonio Cláudio Furlan

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brazil.

*Author for correspondence.

RESUMO. Com o objetivo de determinar as exigências nutricionais de cálcio (Ca) e fósforo (P) para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura, utilizaram-se 512 codornas, em esquema fatorial 4x4 (níveis de P (disponível) - 0,27%, 0,32%, 0,37% e 0,42% e níveis de Ca-2,5%, 3,0%, 3,5% e 4,0%), com quatro repetições e oito codornas por unidade experimental. Houve interação linear ($p<0,05$) entre os níveis de Ca e P para % de postura, em que o nível de P que maximizou a interação foi de 0,36%, e o nível de Ca de 3,06%. O aumento dos níveis de Ca diminuiu linearmente ($p<0,01$) o consumo de ração e o peso dos ovos, e aumentou a % de casca nos ovos ($p<0,01$) e a resistência da tíbia ($p<0,05$). O aumento dos níveis de P melhorou linearmente ($p<0,05$) a conversão alimentar (kg/dz) e observou-se efeito quadrático ($p<0,05$) para o consumo de ração, conversão alimentar (kg/kg), % de casca e de P nos ossos, sendo os níveis ótimos de: 0,36%, 0,36%, 0,37% e 0,35%, respectivamente. Conclui-se que as exigências nutricionais para codornas japonesas em postura são de 2,5% de Ca e 0,36% de P.

Palavras-chave: conversão alimentar, desempenho, minerais, ração, resistência da tíbia.

ABSTRACT. Calcium and phosphorus nutritional requirements of laying Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). To determine calcium (Ca) and phosphorus (P) nutritional requirements, 512 laying Japanese quails were distributed in a completely randomized 4x4 factorial design (P levels available - 0.27%, 0.32%, 0.37%, 0.42%, and Ca levels - 2.5%, 3.0%, 3.5%, 4.0%), with four replicates and eight quails per experimental unit. A linear interaction ($p<0.05$) was observed between P and Ca levels for production percentage; the P level that maximized the interaction was 0.36% and the Ca level was 3.06%. Ca levels decreased linearly ($p<0.01$) feed intake and eggs weight, but increased linearly the egg shell percentage ($p<0.01$) and tibia strength ($p<0.05$). P levels decreased linearly ($p<0.05$) feed conversion (kg/dz) and caused a quadratic effect ($p<0.05$) on feed intake, feed conversion (kg/kg), shell percentage and P percentage in bone; the optimum levels were, respectively, 0.36%, 0.36%, 0.37% and 0.35%. It may be concluded that the laying Japanese quail nutritional requirements are 2.5%Ca and 0.36% P.

Key words: feed conversion, performance, minerals, diets, tibia strength.

A codorna japonesa tem sido intensivamente domesticada por mais de cem anos no Japão, e tem sido criada em cativeiro nos Estados Unidos por muitas décadas (Ottinger e Battner, 1999). A criação de codornas é uma atividade que vem crescendo em ritmo acelerado no Brasil, despertando desta forma a atenção de pesquisadores da área avícola, no sentido de desenvolver trabalhos que venham a contribuir para o maior aprimoramento e fixação desta cultura como uma fonte rentável na produção avícola (Furlan *et al.*, 1996).

Segundo Shim e Vhora (1994), a codorna

japonesa tem-se tornado um importante animal de pesquisa por causa de seu pequeno tamanho corporal, maturidade sexual com seis a sete semanas de idade, alta taxa de reprodução e habilidade em produzir três a quatro gerações em um ano.

Para viabilizar uma produção racional de codornas é necessária a realização de pesquisas, com o objetivo de se obterem resultados consistentes referentes a dados de produção e exigências nutricionais, para que se consiga adotar programas corretos de alimentação. Pesquisas no sentido de se obterem informações bem fundamentadas,

principalmente no que se refere às exigências de cálcio (Ca) devem merecer destaque, pois esse nutriente está diretamente envolvido na qualidade dos ovos (Masukawa *et al.*, 1996).

O Ca é um dos elementos mais abundantes no organismo, e também o cátion mais encontrado na dieta. 99% do Ca corporal estão localizados no esqueleto, sendo o 1% restante extremamente importante no metabolismo celular, na ativação enzimática e na ação neuromuscular (Ammerman *et al.*, 1995).

No crescimento da ave, a maior porção do Ca na dieta é usada para a formação do osso, enquanto para aves adultas a maior porção é usada para formação da casca do ovo. Os sintomas da deficiência de Ca incluem: atraso no crescimento, diminuição no consumo de alimento, baixos níveis de Ca nos ossos, ovos de casca fina, redução na postura e no conteúdo de cinzas e Ca nos ossos (Scott *et al.*, 1982).

Avaliando os efeitos dos níveis de Ca sobre o desempenho produtivo e na qualidade dos ovos de codornas japonesas, Masukawa *et al.* (1996) utilizaram 80 aves submetidas a dietas com diferentes níveis de Ca (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5%) e não encontraram efeitos significativos destes níveis sobre a percentagem de postura, consumo de ração, conversão alimentar (kg/kg e kg/dz), peso dos ovos, peso específico, percentagem de casca e espessura de casca.

Para codornas em reprodução, Tikk *et al.* (1994) demonstraram que o nível de 4,1% de Ca na ração aumentou a produção de ovos, a intensidade de postura e as variáveis da casca dos ovos, porém não afetou o peso dos ovos, a viabilidade das codornas e a fertilidade dos ovos.

Além de ter fundamental importância como constituinte do osso, o fósforo (P) também é um componente essencial dos compostos orgânicos envolvidos em grande parte do metabolismo. O P participa do metabolismo energético, de carboidratos, de aminoácidos e de gorduras, do metabolismo do tecido neuromuscular, da química normal do sangue e do desenvolvimento do esqueleto (Scott *et al.*, 1982).

O NRC (1994) sugere os níveis de 2,5% de Ca e 0,35% de P para codornas em produção, em dietas com 2.900 kcal EM/kg e 20% de proteína bruta.

Raju *et al.* (1992) realizaram um experimento utilizando quatro níveis de Ca (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5%) e três níveis de P disponível (0,35; 0,50 e 0,65%) para codornas japonesas em postura. A produção de ovos, o peso corporal, o peso do ovo e a espessura da casca foram significativamente afetados pelos níveis de Ca. O peso do ovo mostrou uma significativa

redução no nível de 0,65% de P. A concentração de Ca no soro e a percentagem de cinzas nos ossos não foram influenciadas pelos níveis de Ca da dieta, porém a concentração de Ca no soro declinou com o aumento do nível de P na dieta.

Utilizando codornas com 10 semanas de idade, Shirivastav *et al.* (1989) avaliaram dietas com quatro níveis de Ca (2,0; 2,4; 2,8 e 3,2%) e dois de P total (0,70 e 0,85%) e concluíram que o peso do ovo, a produção de ovos e a qualidade da casca melhoraram com o nível de 2,8% de Ca e 0,70% de P total. A cinza nos ossos e P no soro não foram influenciados pelos níveis de Ca e P da dieta, sugerindo, portanto, que as exigências de codornas em postura são de 2,8% de Ca e 0,7% de P total, equivalentes à proporção de 4:1.

Pedroso *et al.* (não publicado), estudando os níveis de 2,5; 3,0 e 3,5% de Ca e 0,25; 0,45; 0,65 e 0,85% de P disponível para codornas japonesas em postura, não verificaram diferenças para o desempenho produtivo das aves, porém, com relação à qualidade dos ovos, encontraram diferenças para gravidade específica, em que o melhor nível foi o de 3,5% de Ca e 0,45% de P disponível.

Nelson *et al.* (1964) citados por Shim e Vhora (1994) reportaram que codornas japonesas em postura produziram melhor quando receberam 2,5 a 3,0% de Ca se comparadas com as aves que receberam 1,0; 1,5 e 2,0% de Ca, e níveis de 0,8% de P total. Os autores sugeriram os níveis de 2,5% de Ca, 0,3% de P disponível e 0,8% de P total como ideais para codornas em postura.

Em uma revisão sobre exigências nutricionais para codornas, Shirivastav e Panda (1999) sugerem os níveis de 3,0% de Ca e 0,45% de P disponível, para aves com mais de seis semanas de idade.

Vários métodos têm sido utilizados para avaliar o estado dos ossos em pesquisas de nutrição mineral de aves e suínos. Os métodos como: resistência à quebra do osso, concentração de cinza e conteúdo mineral nos ossos, obtidos por absorção fotométrica e densidade dos ossos, são muito utilizados para avaliar a mineralização dos ossos (Zhang e Coon. 1997).

Assim sendo, o objetivo do trabalho foi o de determinar as exigências nutricionais de cálcio e fósforo para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá, no período de 05/04 a 05/06 de 1999, sendo considerados quatro ciclos de 15 dias cada.

Foram utilizadas 512 codornas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura, com 10 semanas de idade, alojadas em gaiolas sobrepostas de arame galvanizado com 0,32 x 0,38 x 0,16 m, respectivamente, de largura, comprimento e altura.

O bebedouro utilizado foi do tipo calha, com água corrente que percorria toda a extensão posterior das gaiolas. O comedouro também era do tipo calha, disposto na frente da gaiola. Os bebedouros eram lavados diariamente e a ração foi fornecida à vontade. O programa de iluminação utilizado foi o de iluminação natural + artificial de 17 horas por dia.

As rações, exceto para cálcio e fósforo, foram formuladas de acordo com as exigências do NRC (1994) e a composição dos alimentos apresentados por Rostagno *et al.* (1985). Os tratamentos consistiram na utilização de rações com níveis de 2,5; 3,0; 3,5 e 4,0% de Ca e 0,27; 0,32; 0,37 e 0,42% de P disponível, sendo as mesmas isoenergéticas, isoprotéicas e isoaminoácidas para metionina + cistina (Tabela 1).

No 15º dia de cada ciclo eram avaliados o consumo de ração e a conversão alimentar (kg/kg e kg/dz). Os ovos eram coletados e contados diariamente para avaliar a percentagem de postura, e nos últimos quatro dias de cada ciclo eram contados e pesados.

No último dia do experimento, 3 aves-tratamento foram abatidas e retirada a tíbia direita, para determinar resistência à quebra, utilizando-se a prensa manual de compressão simples, com anel dinamométrico de 50 kg-f. A tíbia e o fêmur

esquerdo foram utilizados para as análises químicas dos ossos. Para determinação de cinzas e de P dos ossos, foi utilizada a metodologia descrita por Silva (1990), e a análise de cálcio feita através de espectrofotometria de absorção atômica.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, utilizando-se o esquema fatorial 4x4 (níveis de Ca e níveis de P), com 4 repetições e 8 codornas por unidade experimental.

Foi feita análise de variância e de regressão múltipla. Utilizou-se o seguinte modelo matemático para análise de variância:

$$Y_{ijk} = \mu + b_1Ca_i + b_2P_j + b_3Ca_iP_j + b_4Ca_i^2 + b_5P_j^2 + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = observação da unidade experimental nos níveis de cálcio Ca_i e níveis de fósforo P_j ;

μ = constante geral;

Ca_i = nível de Ca_i (2,5%, 3,0%, 3,5%, 4,0%);

P_j = nível de P_j (0,27%, 0,32%, 0,37%, 0,42%);

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação;

b_1 = coeficiente linear de regressão da variável Y em função do nível de Ca;

b_2 = coeficiente linear de regressão da variável Y em função do nível de P;

b_3 = coeficiente linear de regressão da variável Y em função da interação entre os níveis de Ca e P;

b_4 = coeficiente quadrático de regressão da variável Y em função do nível de Ca;

b_5 = coeficiente quadrático de regressão da variável Y em função do nível de P.

Tabela 1. Composição química e percentual das rações experimentais (com base na matéria natural)

Ingredientes (%)	2,5 % Ca				3,0 % Ca				3,5 % Ca				4,0 % Ca			
Fósforo (%)	0,27	0,32	0,37	0,42	0,27	0,32	0,37	0,42	0,27	0,32	0,37	0,42	0,27	0,32	0,37	0,42
Milho	58,15	57,92	57,71	57,49	55,36	55,10	54,91	54,70	52,61	52,38	52,17	51,95	49,83	49,60	49,38	49,19
Farelo de Soja	32,88	32,92	32,96	33,00	33,40	33,46	33,48	33,52	33,90	33,94	33,98	34,01	34,42	34,46	34,50	34,54
Fosf. Bicalcico	0,86	1,13	1,40	1,67	0,87	1,14	1,41	1,68	0,87	1,15	1,42	1,69	0,88	1,16	1,42	1,70
Calcário	5,71	5,55	5,38	5,21	7,02	6,85	6,70	6,52	8,33	8,16	7,99	7,83	9,63	9,46	9,30	9,10
Óleo Vegetal	1,79	1,87	1,94	2,02	2,74	2,84	2,89	2,97	3,68	3,76	3,83	3,91	4,63	4,70	4,78	4,85
Sal Comum	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Suplem. Vit. ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplem. Min. ²	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
DL - Met.99%	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição calculada																
Prot Bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
E.Met.(Kcal/Kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Cálcio (%)	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0
Fósf. Disp (%)	0,27	0,32	0,37	0,42	0,27	0,32	0,37	0,42	0,27	0,32	0,37	0,42	0,27	0,32	0,37	0,42
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Met+Cist (%)	0,74	0,75	0,74	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Lisina (%)	1,08	1,08	1,08	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10

¹Suplemento vitamínico: Composição por quilograma do produto: Selênio: 150 mg; Ácido Nicotínico: 25.000 mg; Ácido Fólico: 500 mg; Ácido Pantotênico: 8.000 mg; Vitamina B12: 12.000 mcg; Vitamina B6: 1.500 mg; Vitamina B2: 5.000 mg; Vitamina B1: 1.000 mg; Vitamina K3: 2.500 mg; Vitamina E: 10.000 UI; Vitamina D3: 2.500.000 UI; Vitamina A: 8.000.000 UI; Veículo q.s.p.: 1.000 g; ²Suplemento mineral: Composição por quilograma do produto: Manganês: 160 g; Ferro: 100 g; Cobre: 20 g; Zinco: 100 g; Cobalto: 2,0 g; Iodo: 2,0 g; Veículo q.s.p.: 1.000 g

Resultados e discussão

Efeito dos níveis de Ca e P sobre o desempenho de codornas japonesas em postura. Os resultados de desempenho das codornas, em função dos níveis de Ca e P da ração, estão apresentados na Tabela 2.

O consumo de ração diminuiu linearmente ($p < 0,01$) à medida que os níveis de Ca da ração aumentaram (Figura 1). Por sua vez, Masukawa *et al.* (1996) e Pedroso *et al.* (não publicado) não encontraram diferenças entre os tratamentos em relação ao consumo de ração, assim como Boscolo (1997), utilizando galinhas poedeiras de linhagem comercial pós muda forçada.

Os aumentos dos níveis de P na ração apresentaram efeito quadrático ($p < 0,05$) no consumo de ração ($Y = 19,19 + 43,11 P - 59,89 P^2$), em que o maior consumo observado foi no nível de 0,36% de fósforo (Figura 1).

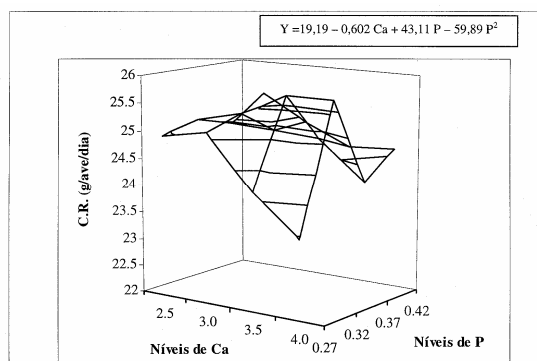


Figura 1. Efeito dos níveis de cálcio e fósforo sobre o consumo de ração (g/ave/dia) de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura

Os níveis de P influenciaram de forma quadrática ($p < 0,05$) a conversão alimentar (kg/kg) ($Y = 3,99 - 7,71 P + 10,68 P^2$), em que a melhor conversão encontrada foi no nível de 0,36% (Figura 2). Segundo as equações de regressão, o nível de 0,36% de P minimiza a conversão alimentar (kg/kg) e maximiza o consumo de ração.

Para conversão alimentar (kg/dz), os níveis de P mostraram ter efeito linear ($p < 0,05$), pois os aumentos dos níveis de P melhoraram a conversão alimentar (kg/dz) (Figura 3). Os níveis de Ca na ração não influenciaram ($p > 0,05$) a conversão alimentar (kg/dz) e (kg/kg), concordando com os dados de Masukawa *et al.* (1996).

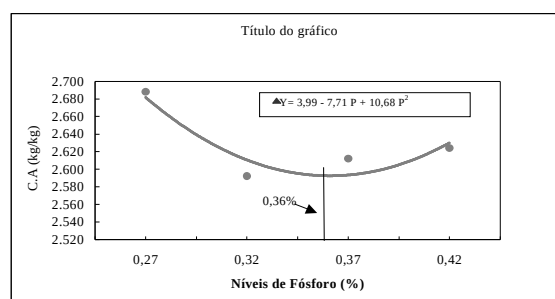


Figura 2. Efeito dos níveis de fósforo sobre a conversão alimentar (kg/kg) de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura

Houve interação linear ($p < 0,05$) entre os níveis de Ca e P na ração, para percentagem de postura ($Y = 61,88 - 12,43 Ca + 269,09 P - 519,21 P^2 + 34,22 Ca \times P$), em que o nível de P que maximiza o efeito da interação é 0,36%, e o nível de Ca que maximiza a resposta é de 3,06% (Figura 4).

Tabela 2. Desempenho de codornas japonesas em postura submetidas a rações com diferentes níveis de cálcio e fósforo

Ca %	P(d) %	Cons. Ração Ave/Dia(g)	CA kg/kg	CA kg/dz	% de Postura	Peso Ovos (g)	% Casca
2,5	0,27	24,96	2,619	0,335	89,31	10,66	7,73
	0,32	25,13	2,581	0,334	90,02	10,79	7,90
	0,37	24,94	2,656	0,342	86,85	10,74	7,62
	0,42	25,39	2,632	0,342	90,20	10,63	7,85
3,0	0,27	25,10	2,755	0,350	85,88	10,51	7,63
	0,32	25,32	2,517	0,326	92,80	10,53	8,04
	0,37	24,90	2,586	0,322	93,03	10,36	7,84
	0,42	24,93	2,665	0,336	88,61	10,49	7,83
3,5	0,27	24,14	2,623	0,330	87,62	10,48	7,78
	0,32	25,72	2,634	0,340	89,50	10,52	7,89
	0,37	24,84	2,574	0,321	91,95	10,40	8,05
	0,42	24,55	2,609	0,328	89,49	10,48	7,99
4,0	0,27	23,45	2,754	0,345	81,58	10,41	7,98
	0,32	24,54	2,637	0,326	90,12	10,41	7,99
	0,37	24,14	2,633	0,321	90,12	10,18	8,37
	0,42	24,61	2,589	0,326	90,95	10,47	8,06
CV %		2,78	4,99	5,38	4,84	2,88	2,90

Consumo Diário de Ração (g/ave/dia) = $19,19 - 0,602 Ca + 43,11 P - 59,89 P^2$ ($R^2 = 0,19$); Percentagem de Postura = $61,88 - 12,43 Ca + 269,09 P - 519,21 P^2$ ($R^2 = 0,15$); Peso Médio do Ovo (g) = $11,26 - 0,20 Ca$ ($R^2 = 0,13$); Percentagem de Casca = $4,37 + 0,22 Ca + 15,87 P - 21,63 P^2$ ($R^2 = 0,24$); Conversão Alimentar (kg/kg) = $3,99 - 7,71 P + 10,68 P^2$ ($R^2 = 0,035$); Conversão Alimentar (kg/dz) = $0,53 - 0,703 P$ ($R^2 = 0,058$)

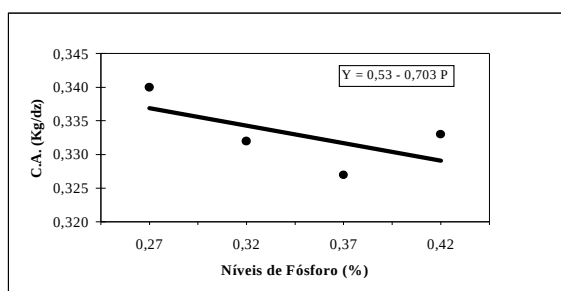


Figura 3. Efeito dos níveis de fósforo sobre a conversão alimentar (kg/dz) de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura

Utilizando poedeiras comerciais Keshavarz (1986) e Jadhao e Sinha (1998) não encontraram interação entre Ca e P para produção de ovos com níveis crescentes de Ca e P na dieta.

Murata (1995) observou diminuição linear na percentagem de postura, com os aumentos do Ca na ração. Por sua vez, Masukawa (1996) não encontrou diferenças na percentagem de postura com aumento dos níveis de Ca na ração. Shirivastav e Panda (1999) determinaram que o nível de 2,8% de Ca e 0,45% de P disponível proporcionou melhor taxa de postura; já Nelson *et al.* (1964) citados por Shim e Vhora (1994) determinaram que o nível de 2,5% de Ca e 0,30% de P disponível proporcionou maior taxa de postura.

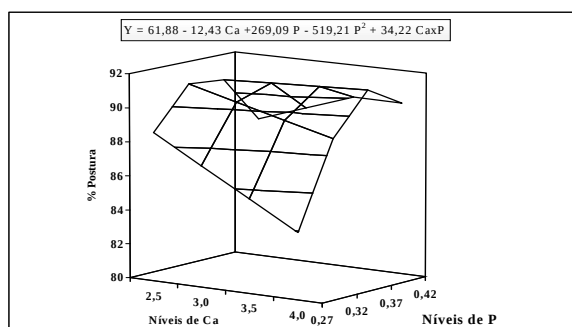


Figura 4. Efeito dos níveis de cálcio e fósforo sobre a percentagem de postura de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura

Observou-se diminuição linear ($p < 0,01$) no peso dos ovos ($Y = 11,26 - 0,20 \text{ Ca}$) com o aumento dos níveis de Ca na ração (Figura 5). Ousterhout (1980), trabalhando com poedeiras Leghorn, encontrou uma diminuição no peso dos ovos com o aumento do Ca na ração. Esta diminuição no peso dos ovos pode estar relacionada com a diminuição do consumo de ração, concordando com Junqueira (1993).

Os níveis de P na ração não influenciaram ($p > 0,05$) o peso dos ovos. Pedroso *et al.* (não publicado) também não encontraram diferenças no

peso dos ovos com o aumento dos níveis de Ca e P na ração de codornas.

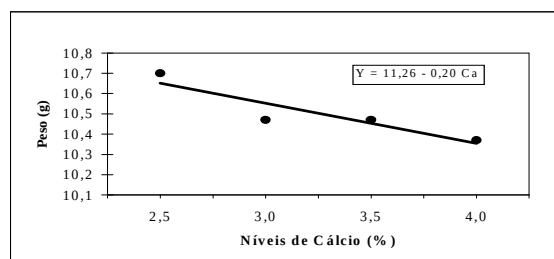


Figura 5. Efeito dos níveis de cálcio sobre o peso dos ovos (g) de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura

O aumento dos níveis de Ca na ração aumentou linearmente ($p < 0,01$) a percentagem de casca ($Y = 4,37 + 0,22 \text{ Ca}$) (Figura 6), o que pode estar relacionado com a menor percentagem de postura, concordando com Murata (1995), ou com a diminuição do peso dos ovos, de acordo com Ousterhout (1980).

Quando foram aumentados os níveis de P na ração, observou-se um efeito quadrático para percentagem de casca ($p < 0,05$) ($Y = 4,37 + 15,87 \text{ P} - 21,63 \text{ P}^2$), sendo que as codornas apresentaram maiores médias para o nível de 0,37% (Figura 6). Segundo Junqueira (1994) e Roland (s. d.), a qualidade da casca dos ovos é reduzida tanto com altos níveis quanto com baixos níveis de P na dieta. Trabalhando com poedeiras Hy-line, Abdallah *et al.* (1993) constataram que o aumento dos níveis de Ca na dieta causava diminuição na percentagem de casca, e que os níveis de P na dieta não tinham efeito sobre a mesma.

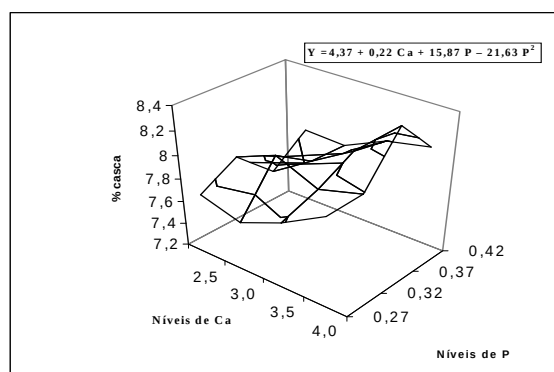


Figura 6. Efeito dos níveis de cálcio e fósforo sobre a percentagem de casca de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura

Análises de cinzas, Ca e P e resistência à quebra da tibia dos ossos de codornas submetidas a rações com diferentes níveis de Ca e P. Os resultados das

análises de cinzas, Ca e P nos ossos, bem como resistência da tíbia estão apresentados na Tabela 3.

A percentagem de cinzas e Ca nos ossos não foi influenciada ($p>0,05$) pelos níveis crescentes de Ca e P na ração, o que concorda com os dados de Cheng e Coon (1990), Abdallah (1993) e Keshavarz e Nakajima (1993).

Os níveis de P na ração mostraram ter influência quadrática ($p<0,05$) sobre a percentagem de P nos ossos ($Y = 29,60 - 100,77 P + 145,09 P^2$), sendo a menor percentagem de P nos ossos no nível de 0,35% de P na ração (Figura 7). Boushy (1979), trabalhando com poedeiras comerciais, encontrou um aumento da percentagem de P nos ossos com o aumento dos níveis de P na ração, o que diferiu de Usayran e Balnave (1995), que não encontraram diferenças em seus resultados.

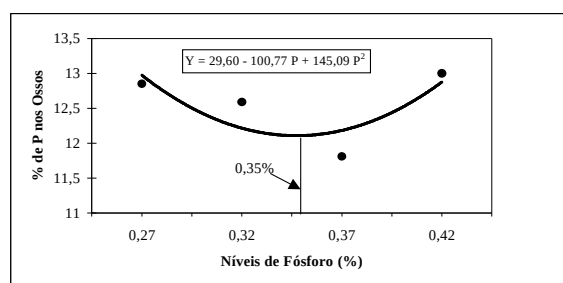


Figura 7. Efeito dos níveis de fósforo sobre a percentagem de fósforo nos ossos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura

O aumento dos níveis de P na ração não influenciou ($p>0,05$) a resistência da tíbia à quebra, porém, os níveis de Ca na ração aumentaram linearmente ($p<0,05$) a resistência à quebra da tíbia (Figura 8) ($Y = 29,60 + 0,26 Ca$), o que concorda com Harms e Miles (1989), Roland (s. d.) e Elaroussi et al, (1994) e Patterson et al. (1986), que, utilizando rações com baixos níveis de Ca e P, encontraram redução significativa na resistência à quebra da tíbia.

Um dos maiores causadores de problemas ósseos em poedeiras é a baixa relação Ca :P, ou baixos níveis de P na dieta (Roland e Kao, 1992).

Nas condições em que foi realizado o experimento, pôde-se concluir que as exigências nutricionais de Ca e P para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura são de 2,5% e 0,36%, respectivamente.

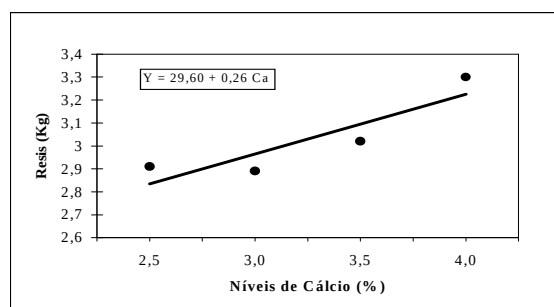


Figura 8. Efeito dos níveis de cálcio sobre a resistência à quebra da tíbia de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura

Tabela 3. Percentagem de cinzas, cálcio e fósforo nos ossos e resistência da tíbia de codornas japonesas em postura alimentadas com diferentes níveis de cálcio e fósforo

Ca %	P (d)%	Cinza nos Ossos (%)	P nos Ossos (%)	Ca nos Ossos (%)	Resistência da Tíbia (Kg)
2,5	0,27	0,36	11,98	25,23	2,63
	0,32	0,30	12,71	23,95	2,86
	0,37	0,37	11,91	25,21	2,77
	0,42	0,38	12,99	24,99	3,61
3,0	0,27	0,33	13,38	22,79	2,80
	0,32	0,36	13,09	23,87	3,12
	0,37	0,34	11,94	25,21	3,01
	0,42	0,32	13,21	25,15	2,64
3,5	0,27	0,31	12,59	24,66	2,90
	0,32	0,36	11,60	24,38	3,23
	0,37	0,34	11,62	23,03	2,83
	0,42	0,39	13,88	25,27	3,06
4,0	0,27	0,34	13,44	25,84	3,02
	0,32	0,37	12,96	24,42	3,48
	0,37	0,37	11,74	23,18	3,60
	0,42	0,35	11,91	23,16	3,10
CV %		13,20	9,07	8,75	17,39

% de Cinzas nos Ossos = N. S.; % de Fósforo nos Ossos = $29,60 - 100,77 P + 145,09 P^2$ ($R^2 = 0,056$); % de Cálcio nos Ossos = N. S.; Resistência da Tíbia (kg) = $29,60 + 0,26 Ca$ ($R^2 = 0,061$)

Referências bibliográficas

- Abdallah, A.G.; Harms, R.H.; Hussein, O. Performance of laying eggs with heavy or light shell weight when fed diets with different calcium and phosphorus levels. *Poultry Sci.*, 72(10):1881-1891, 1993.
- Ammerman, C.B.; Baker, D.H.; Lewis, A.J. *Bioavailability of nutrients for animals*. [s.l. Academic Press, 1995. 441p.
- Boscolo, W.R. *Efeito de diferentes níveis de cálcio para poedeiras comerciais após muda forçada*. Maringá, 1997. (Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá.
- Boushy, A.R. Available phosphorus in poultry. 1. Effect of phosphorus levels on the performance of laying hens and their egg quality, hatchability, bone analysis and strength in relation to calcium and phosphorus in blood plasma. *Netherl. J. Agric. Sci.*, 27(2):176-183, 1979.
- Cheng, T.K.; Coon, C.N. Sensitivity of various parameters of laying hens. *Poultry Sci.*, 69(12):2209-2213, 1990.
- Elaroussi, M.A.; Forte, L.R.; Eber, S.L.; Biellier, H.V. Calcium homeostasis in the laying hens. *Poultry Sci.*, 73(10):1581-1589, 1994.
- Furlan, A.C.; Andreotti, M.O.; Murakami, A.E.; Scapinelo, C.; Moreira, I.; Fraia, M.; Cavalieri, F.L.B. Valores energéticos de alguns alimentos determinados com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba, PR. *Anais...* Campinas: FACTA, 1996. p. 43.
- Harms, R.H.; Miles, R.D. The influence of fatty liver on the calcium status of the laying hen. *Poultry Sci.*, 39(4):697-702, 1989.
- Jadhao, S.B.; Sinha, R.P. Effect of dietary calcium and phosphorus concentrations on retention of these nutrients by caged layers. *Brit. Poultry Sci.*, 39(4):544-548, 1998.
- Junqueira, O.M. Avanços recentes nas exigências de fósforo para poedeiras. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, SP, *Anais...* Campinas: FACTA, 1993. p. 161-175.
- Junqueira, O.M. Cálcio e fósforo na nutrição de poedeiras comerciais. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 4, APA, *Anais...* 1994, p. 53-65.
- Keshavarz, K. The effect of dietary levels of calcium and phosphorus on performance and retention of these nutrients by laying hens. *Poultry Sci.*, 65(1):114-121, 1986.
- Keshavarz, K.; Nakajima, S. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. *Poultry Sci.*, 72(1):144-153, 1993.
- Masukawa, Y.; Moraes, V.M.B.; Ariki, J.; Pedroso, A.A.; Salvador, D. Efeitos dos níveis de cálcio sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba, PR. *Anais...* Campinas: FACTA, 1996. p. 35.
- Murata, L.S. *Granulometria do calcário e níveis de cálcio na qualidade da casca de ovos de poedeiras comerciais*. Jaboticabal, 1995. (Master's Thesis in Zootechny) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- National Research Council - NRC. *Nutrient Requirements of Poultry*, 9.ed. Washington DC: National Academy Press, 1994, 155p.
- Ottinger, M.A.; Battner, B.A. Husbandry and care of quail. *Poultry Avi. Biol. Rev.*, 10(2):117-120, 1999.
- Ousterhout, L.E. Effects of calcium and phosphorus levels on egg weight and egg shell quality in laying hens. *Poultry Sci.*, 59(7):1480-1484, 1980.
- Patterson, P.H.; Cook, M.E.; Crenshaw, T.P.; Sunde, M.L. Mechanical properties of the tibiotarsus of broilers and poulters loaded with artificial weight and fed various dietary protein levels. *Poultry Sci.*, 65(9):1357-1364, 1986.
- Pedroso, A.; Moraes, V.M.B.; Ariki, J.; Kronka, S.N. Níveis de cálcio e fósforo na ração sobre o desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas, (no prelo).
- Raju, M.V.L.N.; Rao, P.V.; Reddy, V.R. Effect of dietary calcium and inorganic phosphorus on the performance of laying coturnix quail. *Ind. J. Anim. Sci.*, 62(11):1072-1076, 1992.
- Roland, D.A. The egg producer's guide to optimum calcium and phosphorus nutrition. *Mallinckrodt Feed Ingredients*, Alburn University, s. d. 18 p.
- Roland, D.A.; Kao, S.K. Nutritional and management factors related to osteopenia in laying hens. In: Whitehead, C.C. Bone biology and skeletal disorders in poultry. *Poultry Sci. Symp.*, 23:281-295, 1992.
- Rostagno, H.S.; Silva, D.J.; Costa, P.M.A.; Fonseca, J.B.; Soares, P.R.; Pereira, J.A.A.; Silva, M.A. *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (tabelas brasileiras)*. Viçosa: Impr. Universitária, 1985, 50 p.
- Scott, M.L.; Nesheim, M.C.; Young, R.J. *Nutrition of the chicken*. 3.ed. New York: Ithaca, 1982. 562 p.
- Shim, K.F.; Vhora, P. A review of the nutrition of Japanese quail. *World's J. Poultry Sci.*, 40(3):261-274, 1994.
- Shrivastav, A.K.; Panda, B. A review of quail nutrition research in India, *World's J. Poultry Sci.*, 55(1):73-81, 1999.
- Shrivastav, A.K.; Panda, B.; Darshan, N. Calcium and phosphorus requirements of laying Japanese quail. *Ind. J. Poultry Sci.*, 24(1):27-34, 1989.
- Silva, D.J. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: UFV, 1990. 165 p.
- Tikk, H.; Himmal, J.; Tikk, V. Macromineral content in quail feedstuffs. *Proceedings of the Animal Nutrition Conference*, Tartu: Estonia, p 131-134, 1994.
- Usayan, N.; Balnave, D. Phosphorus requirements of laying hens fed on wheat - based diets. *Brit. Poultry Sci.*, 36(2):285-301, 1995.
- Zhang, B.; Coon, C.N. The relationship of various tibia bone measurements in hens. *Poultry Sci.*, 76(12):1698-1701, 1997.

Received on May 31, 2000.

Accepted on July 28, 2000.

