

## Níveis Nutricionais de Cálcio e de Fósforo Disponível para Aves de Reposição Leves e Semipesadas de 13 a 20 Semanas de Idade<sup>1</sup>

José Geraldo de Vargas Junior<sup>2</sup>, Luiz Fernando Teixeira Albino<sup>3</sup>, Horacio Santiago Rostagno<sup>3</sup>, Paulo Cezar Gomes<sup>3</sup>, Débora Cristine Oliveira Carvalho<sup>4</sup>, Edwiney Sebastião Cupertino<sup>4</sup>, Rodrigo Santana Toledo<sup>4</sup>, Rogério Pinto<sup>2</sup>

**RESUMO** - Foram realizados quatro experimentos, sendo dois para determinação das exigências de cálcio (aves leves e semipesadas) e dois para as exigências de fósforo disponível (aves leves e semipesadas). Duas diferentes fases de vida foram utilizadas em cada experimento. Utilizou-se para cada experimento delineamento inteiramente ao acaso, com cinco níveis de cálcio (0,55; 0,65; 0,75; 0,85 e 0,95%) ou cinco níveis de fósforo disponível (0,20; 0,25; 0,30; 0,35 e 0,40%), quatro repetições e 12 aves/UE para a fase de crescimento (13 a 20 semanas de idade) e 8 aves/UE para a fase de produção (20 a 28 semanas de idade). As características avaliadas para a fase de crescimento foram ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, resistência óssea, cinzas e cálcio (experimentos de cálcio) ou fósforo ósseo (experimentos de fósforo disponível), enquanto, para a fase de produção de ovos, foram avaliados consumo de ração, produção de ovos, peso médio dos ovos, massa de ovo e conversão alimentar (g de ração/g de ovo e kg de ração/dúzia de ovo). Por meio das características avaliadas, foram estimadas exigências de cálcio de 0,832% ou 634 mg/ave/dia para aves leves e de 0,782% ou 605 mg/ave/dia para aves semipesadas e, para fósforo disponível, exigências de 0,270% ou 219 mg/ave/dia para aves leves e de 0,311% ou 255 mg/ave/dia para aves semipesadas.

Palavras-chave: aves de reposição leves, aves de reposição semipesadas, cálcio, fósforo disponível, exigência nutricional

## Nutritional Levels of Calcium and Available Phosphorus for White-Egg Pullets and Brown-Egg Pullets from 13 to 20 Weeks of Age

**ABSTRACT** - Four experiments were accomplished, where two for determine requirements calcium (white-egg pullets and brown-egg pullets) and two for determine available phosphorus (white-egg pullets and brown-egg pullets). Two different phases (growing and production) were used for each experiment, where the chickens were allotted to a completely randomized design with five calcium levels (.55, .65, .75, .85, and .95%) or five available phosphorus levels (.20, .25, .30, .35, and .40%), four replicates and 12 pullets/EU for the growth phase (13 to 20 weeks of age) and eight chickens/EU for the production phase (20 to 28 weeks of age). Weight gain, feed intake, feed: gain ratio, bone resistance, ash and bone calcium (calcium experiments) or bone phosphorus (phosphorus experiments) were evaluated in the growing phase. Feed intake, egg production, egg weight, egg mass and feed conversion (g ration/g egg and kg of ration/dozen of egg) were evaluated in the egg production phase. Calcium requirements of .832% or 634 mg/pullets/day for white-egg pullets and .782% or 605 mg/pullets/day for brown-egg pullets were estimated, and for available phosphorus requirements of .270% or 219 mg/pullets/day for white-egg pullets and .311% or 255 mg/pullets/day for brown-egg pullets.

Key Words: white-egg replacement pullets, brown-egg replacement pullets, calcium available phosphorus, nutritional requirements

### Introdução

A avicultura industrial divide-se basicamente em aves para produção de carne e para produção de ovos. As aves produtoras de ovos têm seu período de crescimento dividido em fases, que podem ser de 0 a 6, 6 a 12, 12 a 18 e de 18 semanas até o primeiro ovo (NRC, 1994); 0 a 6, 7 a 12 e 13 a 20 semanas (Rostagno et al., 1994), ou seja, as fases utilizadas

para estimar as exigências nutricionais variam entre os autores. No entanto, baseiam-se no grau de alterações fisiológicas determinantes na formação da estrutura corporal, em termos de formação óssea e muscular, empenamento, desenvolvimento sexual, entre outros. Uma vez que as poedeiras, até atingirem a maturidade sexual, passam por fases de crescimento, espera-se que qualquer mudança altere seu desempenho durante a produção de ovos.

<sup>1</sup> Parte da tese de Doutorado apresentado pelo primeiro autor à UFV.

<sup>2</sup> Professor do DZO/CCA/UFES, Alegre, ES. E-mail: jgvargas@cca.ufes.br

<sup>3</sup> Professor do DZO/UFV, Campus Universitário – Viçosa, MG, Brasil, CEP: 36571-000.

<sup>4</sup> Estudante de Pós-Graduação em Zootecnia, DZO/UFV, Viçosa, MG, Brasil.

Entre os nutrientes utilizados pelas aves, o cálcio e o fósforo disponível participam de forma ativa, pois são essenciais para uma série de funções metabólicas, atuando, principalmente, na formação óssea. Nas fases de crescimento, o cálcio é mais utilizado para formação do osso, enquanto, na fase de produção, é direcionado para a formação da casca do ovo (Scott et al., 1982). Isto decorre do fato de que aves jovens estão crescendo e precisam desenvolver a estrutura óssea para sustentar o peso corporal, enquanto, na fase de produção, o osso está formado e necessita de cálcio para formação da casca.

Meyer et al. (1970), citados por Classen & Scott (1982), observaram que a ingestão de cálcio aumenta vagarosamente antes da primeira oviposição, em razão da alta exigência de cálcio para o desenvolvimento do osso medular, que começaria a ser formado em resposta aos hormônios sexuais. Entretanto, o consumo diário de cálcio durante este período, geralmente, não é estudado, principalmente porque não se tem definição exata do início da maturidade sexual, tornando difícil determinar aumento do consumo no início do desenvolvimento medular.

No início da produção de ovos, a ave tem balanço negativo de cálcio, que dificilmente é contornado por melhores níveis de cálcio dietético. Conseqüentemente, a reserva adequada de cálcio no osso no início do ciclo de produção é crucial para a produção de ovos e para a qualidade da casca. Nesse sentido, tem sido relatado que o aumento do nível de cálcio no período pré-postura pode aumentar o conteúdo desse mineral no osso até a ave alcançar a maturidade sexual (Keshavarz, 1987), pois a redução do cálcio acarretaria diminuição do hormônio folículo estimulante (Taher et al., 1984) e, conseqüentemente, redução na produção de ovos. Entretanto, Cheng et al. (1991) relatam que regime alimentar não afeta a taxa de maturidade de frangas.

Leeson et al. (1986) relatam que uma alimentação prolongada, com ração de crescimento, geralmente é utilizada para melhorar a eficiência de uso do cálcio. Desse modo, quando uma ração com alto nível de cálcio é introduzida, eventualmente maior quantidade é absorvida e temporariamente retida. Entretanto, a alimentação com ração de baixo nível de cálcio durante a produção de ovos, mesmo que esta esteja no início, poderá fazer com que haja efeito negativo na mineralização óssea, no desenvolvimento do ovário e oviduto e na produção de ovos.

Aves alimentadas com baixo nível de cálcio na dieta apresentam menor taxa de crescimento, em comparação a aves recebendo níveis normais. Entretanto, o nível de cálcio durante o período de crescimento não teve influência na maturidade sexual medida ao primeiro ovo, mas influenciou a produção de ovos, a mortalidade, o consumo e a eficiência alimentar durante a fase de produção (Hamilton & Cipera, 1981). Keshavarz (1987), estudando níveis de cálcio com baixo fósforo disponível, observou alta mortalidade, decorrente de lesões renais durante o período de crescimento e, quando as aves não morriam, tinham sua produção afetada. No entanto, o consumo provavelmente tem maior impacto na qualidade do ovo formado inicialmente que na redução do seu número (Moran Jr., 1986).

Objetivou-se, com o presente trabalho, estabelecer as exigências nutricionais de cálcio e de fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas, de 13 a 20 semanas de idade, bem como os efeitos de diferentes níveis de cálcio na fase de recria sobre a produção de ovos.

### Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido no setor de avicultura e no laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de janeiro a setembro de 1999. Foram utilizadas 960 aves de reposição, sendo 480 da linhagem Hy Line W36 (aves leves) e 480 da linhagem Hy Line Brown (aves semipesadas).

As aves foram distribuídas em quatro experimentos, sendo dois para determinação das exigências de cálcio e dois para determinação das exigências de fósforo disponível, respectivamente, com aves leves e semipesadas.

Cada experimento foi dividido em duas fases, sendo a primeira de recria (13 a 20 semanas de idade) e a segunda de produção de ovos (20 a 28 semanas de idade), de forma a obter os efeitos dos níveis de nutrientes estudados na fase de recria sobre os parâmetros produtivos na fase de produção de ovos. Em ambas as fases, as aves foram alojadas em gaiolas, dentro de galpões telados cobertos com telhas de barro.

Até as 12 semanas de idade, as aves foram recriadas em galpão convencional, em piso, e transferidas logo após para o galpão experimental. Após o término do período experimental (20 semanas de idade), as aves foram redistribuídas dentro do peso

médio do tratamento e de acordo com o tratamento recebido, para se estudarem os efeitos dos diferentes níveis de cálcio e de fósforo disponível fornecidos na fase de recria sobre os parâmetros produtivos da fase de produção de ovos.

As rações experimentais utilizadas foram à base de milho e farelo de soja, formuladas conforme recomendações nutricionais de Rostagno et al. (1994) e NRC (1994), exceto para os níveis de cálcio e de fósforo disponível nos experimentos correspondentes. Nos experimentos de cálcio, a ração basal foi suplementada com calcário em substituição ao material inerte, obtendo-se cinco níveis (0,55; 0,65; 0,75; 0,85 e 0,95%) de cálcio na ração. Para os experimentos de fósforo disponível, a ração basal foi suplementada com fosfato bicálcico e com calcário, em substituição ao material inerte, obtendo-se cinco níveis (0,20; 0,25; 0,30; 0,35 e 0,40%) de fósforo disponível na ração.

Para a fase de recria, utilizou-se uma ração contendo 15% de proteína bruta e 2900 kcal de energia metabolizável/kg de ração. Para a fase de produção de ovos, independentemente dos tratamentos recebidos durante a fase de recria, as aves foram submetidas à ração única, contendo 16% de proteína bruta e 2800 kcal de energia metabolizável/kg de ração (Tabela 1).

As características avaliadas na fase de crescimento foram ganho de peso (g/ave/dia), consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar, resistência óssea a quebra (kgf/mm), cinzas (%) e cálcio ou fósforo ósseo (%). Ao término do período experimental, foram abatidas duas aves por unidade experimental, por meio de deslocamento cervical, para a retirada da tíbia e posterior análise dos parâmetros ósseos. Na fase de produção de ovos, o período experimental durou oito semanas (dois períodos de quatro semanas), quando se avaliaram o consumo de ração (g/ave/dia), a produção de ovos (%), o peso médio dos ovos (g), a massa de ovo (g de ovo/ave/dia) e a conversão alimentar (g de ração/g de ovo e kg de ração/dúzia de ovo).

Independentemente da fase de vida, as aves receberam ração e água à vontade durante todo o período experimental.

Para obtenção do peso médio dos ovos e da massa de ovo, os ovos dos últimos quatro dias de cada período experimental foram coletados separadamente, conforme a unidade experimental, e pesados diariamente, obtendo-se o peso médio dos ovos, considerado a média do período experimental.

As análises para determinação dos teores de cinzas, de cálcio e de fósforo nos ossos foram realizadas de acordo com Silva (1990) e os parâmetros de resistência óssea foram determinados no osso *in natura*, em prensa INSTRON- modelo 4204, pertencente ao Laboratório de Papel e Celulose da Universidade Federal de Viçosa. Após as análises de resistência óssea, os ossos foram desengordurados em extrator tipo "Soxlet" e mantidos em estufa a 55°C durante uma hora, sendo triturados logo após, para análises de cálcio e de fósforo.

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, quatro repetições e 12 aves por unidade experimental, para a fase de recria, e oito aves para a fase de produção de ovos. No início da fase de recria, as aves foram classificadas segundo o peso médio inicial em aves leves (810 g) ou semipesadas (1005 g).

As análises estatísticas dos resultados obtidos foram feitas por meio do programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997), realizando-se análise de variância e, posteriormente, regressão polinomial, para cada variável estudada, além do teste F, para comparação de médias dos tratamentos entre aves leves e semipesadas. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + P_j + N_i/P_j + E_{ijk}$$

em que:  $Y_{ijk}$  = parâmetro observado na unidade experimental k, do nível de cálcio ou fósforo disponível i, dentro do tipo de ave j;  $\mu$  = média geral observada;  $N_i$  = efeito do nível de nutriente (cálcio ou fósforo disponível) i, i = 1, 2, 3, 4 e 5;  $P_j$  = efeito do tipo de ave de reposição j, j = leve ou semipesada;  $N_i/P_j$  = efeito do nível de nutriente i, dentro do tipo de ave j;  $E_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação.

## Resultados e Discussão

Os diferentes níveis de cálcio utilizados (Tabela 2) não afetaram significativamente o consumo de ração, o ganho de peso, o teor de cinza e o teor de cálcio ósseo, independentemente do peso da ave (leve ou semipesada). Resultados semelhantes são observados por meio do teste F ao ser feita a comparação na média com os tipos de poedeiras.

Apesar de não haver diferenças no consumo de ração e no ganho de peso, estes foram suficientes

Tabela 1 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais para os experimentos de cálcio (ração 1) e de fósforo disponível (ração 2) para as fases de crescimento e de produção (ração 3)

Table 1 - Percentage composition and calculated nutritional values of the experimental rations for calcium experiments (ration 1) and for available phosphorus (ration 2) for growth phase and for production phase (ration 3)

Ingrediente <i>Ingredients</i>	Ração 1 <i>Ration 1</i>	Ração 2 <i>Ration 2</i>	Ração 3 <i>Ration 3</i>
Milho <i>Corn</i>	72,080	72,080	62,449
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	19,174	19,174	23,013
Calcário <i>Limestone</i>	0,563	1,552	8,400
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,084	0,544	1,256
DL-metionina <i>DL-methionine</i>	-	-	0,146
Sal, <i>Salt</i>	0,260	0,260	0,367
Cloreto de colina 60%, <i>Choline cloret</i>	0,030	0,030	0,020
Suplemento vitamínico <sup>1</sup> <i>Vitamin supplement</i>	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral <sup>2</sup> <i>Mineral supplement</i>	0,050	0,050	0,050
Virginamicina <sup>3</sup> <i>Virginamicin</i>	0,050	0,050	-
Anticoccidiano <sup>4</sup> <i>Anticoccidial</i>	0,025	0,025	-
Antioxidante <sup>5</sup> <i>Antioxidant</i>	0,010	0,010	0,010
Inerte <i>Inert</i>	6,574	6,125	2,663
Composição calculada <i>Calculated composition</i>			
Energia metabolizável (kcal/kg) <i>Metabolizable energy</i>	2900	2900	2800
Proteína bruta (%) <i>Crude protein</i>	15,00	15,00	16,00
Metionina (%) <i>Methionine</i>	0,247	0,247	0,400
Metionina + Cistina (%) <i>Methionine + Cystine</i>	0,509	0,509	0,671
Lisina (%) <i>Lysine</i>	0,723	0,723	0,810
Treonina (%) <i>Threonine</i>	0,536	0,536	0,578
Triptofano (%) <i>Thryptofan</i>	0,186	0,186	0,204
Cálcio (%) <i>Calcium</i>	0,550	0,800	3,580
Fósforo total (%) <i>Total phosphorus</i>	0,487	0,387	0,520
Fósforo disponível (%) <i>Available phosphorus</i>	0,300	0,200	0,330
Sódio (%) <i>Sodium</i>	0,136	0,136	0,180

<sup>1</sup> Rovimix (Roche) - Conteúdo (*Content*) vit. A - 10.000.000 UI; vit. D3 - 2.000.000 UI; vit. E - 30.000 UI; vit. B1 - 2,0 g; vit. B6 - 4,0 g; Ac. pantotênico (*Pantothenic acid*) - 12,0g; Biotina (*Biotin*) - 0,10 g; vit. K3 - 3,0 g; Ácido fólico (*Folic acid*) - 1,0 g; Ácido nicotínico (*Nicotinic acid*) - 50,0 g; vit. B12 - 15.000 mcg; Selênio (*Selenium*) - 0, 25 g; e Veículo q.s.p. - 1.000 g.

<sup>2</sup> Rologomix (Roche) - Conteúdo (*Content*): Mn 16,0 g; Fe - 100,0 g; Zn - 100,0 g; Cu - 20,0 g; Co - 2,0 g; I - 2,0 g; e Veículo q. s. p. - 1.000 g.

<sup>3</sup> Stafac® 20.

<sup>4</sup> Coxistac® - Salinomicina (*Salinomycin*) - 12 %.

<sup>5</sup> Hidroxi Butil Tolueno.

para afetar de forma significativa ( $P < 0,05$ ) a conversão alimentar, uma vez que, para aves leves, a menor conversão (6,53) foi obtida com 0,832% de cálcio, enquanto para aves semipesadas, esta minimização da conversão (6,36) ocorreu no nível de 0,768% de cálcio (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados para a resistência óssea, em que as aves leves tiveram máxima resistência (12,95) com 0,772% de cálcio, enquanto nas semipesadas, a maximização da resistência (13,58) foi obtida com 0,782%. No entanto, ao comparar as médias dos tratamentos, independentemente de ser conversão alimentar ou resistência óssea, as aves semipesadas apresentaram melhores resultados (Tabela 2).

O período em estudo (13 a 20 semanas) coincide com a fase de início da maturidade sexual e, conseqüentemente, com a pré-postura. Alguns autores recomendam para esta fase, alimentação com níveis nutricionais diferenciados, para preparação da ave para o início da produção de ovos. Segundo Meyer et al. (1970), citados por Classen & Scott (1982), a ingestão de cálcio aumenta vagarosamente antes da primeira oviposição, pois, em resposta aos hormônios sexuais, há o início do desenvolvimento do osso medular e o aumento das exigências de cálcio. Entretanto, é difícil estudar as exigências de cálcio nesse período, pois é praticamente impossível definir o início exato da maturidade sexual.

Observou-se que não houve diferença significativa no consumo de ração, no entanto, como estas rações continham níveis crescentes de cálcio, sua ingestão aumentou paralelamente aos níveis na ração. Esta ingestão diferenciada proporcionou efeito na resistência óssea, ou seja, os níveis de cálcio abaixo de 0,772 e 0,782%, respectivamente, para aves leves e semipesadas, não foram suficientes para que houvesse desenvolvimento normal do osso medular, comprometendo a resistência óssea. Por outro lado, foi registrada redução da conversão alimentar com níveis próximos da máxima resistência (Tabela 3), comprovando que os baixos níveis de cálcio, além de afetarem a resistência óssea, desviaram parte do cálcio que seria utilizado para a formação óssea e para outras funções metabólicas, cuja demanda de cálcio é necessária.

Foi observado que os teores de cálcio e de cinza óssea (Tabela 2) não foram significativamente diferentes entre os tratamentos, independentemente do tipo de ave estudada. Isto provavelmente ocorreu pelo fato de que pode haver diferença na resistência

Tabela 2 - Efeitos dos níveis nutricionais de cálcio sobre o desempenho e parâmetros ósseos de aves de reposição leves (L) e semipesadas (SP) de 13 a 20 semanas de idade

Cálcio (%) Calcium (%)	Consumo de ração (g/ave/dia) Feed intake (g/chicken/day)		Ganho de peso (g/ave/dia) Weight gain (g/chicken/day)		Conversão alimentar Feed:gain ratio		Resistência óssea (kgf/mm) Bone resistant (kgf/mm)		Cinza óssea (%) Bone ash (%)		Cálcio ósseo (%) Bone calcium (%)	
	L	SP	L	SP	L	SP	L	SP	L	SP	L	SP
0,55	74,95	74,41	10,84	11,23	6,94	6,63	11,04	12,59	45,56	45,06	24,55	23,79
0,65	76,45	74,75	11,31	11,53	6,77	6,49	11,60	12,65	45,22	43,67	24,60	22,78
0,75	78,04	77,33	11,91	12,16	6,55	6,35	13,90	13,81	43,68	44,87	25,38	23,94
0,85	74,27	75,13	11,44	11,79	6,49	6,37	12,10	13,67	45,18	43,16	22,50	22,44
0,95	75,29	76,09	11,37	11,57	6,63	6,56	11,74	12,80	44,73	42,78	23,30	22,61
Média <sup>1</sup> Average	75,80	75,54	11,38	11,66	6,68b	6,48a	12,08b	13,11a	44,87	43,91	24,07	23,11
Efeito Effect	NS	NS	NS	NS	Q*	Q <sup>#</sup>	Q*	Q*	NS	NS	NS	NS
CV (%)	4,878	5,516	3,450	5,644	3,858	6,756						

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra, dentro de um mesmo parâmetro, não diferem entre pelo teste F; CV = coeficiente de variação; Q - Efeito quadrático; NS efeito não-significativo; \* ( $P < 0,05$ ); # ( $P < 0,056$ ). Resistência óssea em kgf/mm, em que 1 N = 0,1020 kgf/mm.

<sup>1</sup> Mean followed by a same letter in same parameter do not differ by F test; CV = coefficient of variation; Q - Quadratic effect; NS effect not-significant; \* ( $P < 0,05$ ); # ( $P < 0,056$ ). Bone resistance in kgf/mm, in which 1 N = .1020 kgf/mm.

sem interferência nos parâmetros ósseos, pois, durante os testes de resistência, aplicou-se carga contínua e o osso não se partiu, ou seja, mesmo com carga máxima, o osso não quebrava, mostrando certa flexibilidade e, portanto, nenhuma diferença no conteúdo de cinza e de cálcio ósseo.

Ao trabalhar com aves na fase de produção de ovos, Keshavarz (1986) observou que as aves regulavam o consumo de ração em função do nível de cálcio presente, obtendo, com maior nível de cálcio, menor consumo de ração. Keshavarz (1987) encontrou maiores teores de cinza e de cálcio ósseo quando as aves foram alimentadas com maiores níveis de cálcio dietéticos, sem que houvesse aumento do consumo de ração. No entanto, Keshavarz & Nakajima (1993) não observaram diferenças na cinza e no cálcio ósseo. Huyghebaert & DeGroot (1988) alertam que nem sempre a porcentagem de cinza óssea está diretamente relacionada com a resistência à quebra.

Segundo Keshavarz (1987), uma alternativa para contornar a demanda de cálcio para a formação da medula e aumentar a reserva óssea de cálcio, seria elevar o nível de cálcio no período pré-postura, pois baixos níveis de cálcio promoveriam redução da ação do hormônio foliculo estimulante (Taher et al., 1984) e, conseqüentemente, da produção de ovos. Entretanto, de acordo com Cheng et al. (1991), o regime alimentar não afeta a maturidade das frangas.

O desempenho na produção de ovos, em aves submetidas a diferentes níveis de cálcio na fase de recria, encontra-se na Tabela 4.

O consumo de ração, a conversão alimentar (g/g) e a conversão alimentar (kg/dúzia de ovos), para aves leves e semipesadas, e o peso médio dos ovos, para aves semipesadas, não foram afetados de forma significativa pelos níveis de cálcio utilizados no período de 13 a 20 semanas.

A produção de ovos para aves leves foi aumentando até o nível de 0,793% de cálcio, atingindo um pico de produção de 77,46%, enquanto a maior taxa de postura (81,03%) para aves semipesadas foi alcançada com 0,733% de cálcio (Tabela 3).

Rações com altos teores de cálcio proporcionam maior quantidade de cálcio disponível no trato digestível, conseqüentemente, a ave tem cálcio suficiente para manter o padrão normal de crescimento e a reserva óssea de cálcio, de modo que esta reserva possa ser utilizada no período de postura, quando a demanda de cálcio é alta. Leeson et al. (1986), trabalhando com aves na fase de pré-postura, alimentadas com baixo teor de cálcio na ração, observaram que as aves tiveram sua produção de ovos prejudicada, quando o período de alimentação com dietas deficientes na fase de crescimento foi longo. No entanto, esta redução da produção voltou ao normal no momento em que a reserva óssea de cálcio foi restabelecida.

Tabela 3 - Exigência de cálcio para aves de reposição leves (L) e semipesadas (SP), considerando parâmetros de desempenho (crescimento e produção) e ósseo

Table 3 - Calcium requirements for white egg pullets (L) and brown egg pullets (SP) replacement, considering parameters of performance (growth and egg product phases) and bone

Parâmetro <i>Parameter</i>	Equação <i>Equation</i>	R <sup>2</sup>	Max/ min	Exigências <i>Requirement</i> (%)	(%/Mcal EM)
CA	L $Y = 10,3344 - 9,1438x + 5,4925x^2$	0,95	6,53	0,832	0,287
	SP $Y = 9,9128 - 9,2424x + 6,0132x^2$	0,94	6,36	0,768	0,265
RO	L $Y = -12,3059 + 65,3861x - 42,3268x^2$	0,61	12,95	0,772	0,266
	SP $Y = -0,1760 + 35,1779x - 22,4920x^2$	0,67	13,58	0,782	0,270
PO	L $Y = 20,0503 + 144,7820x - 91,2761x^2$	0,99	77,46	0,793	0,273
	SP $Y = 23,4127 + 157,1290x - 107,1190x^2$	0,57	81,03	0,733	0,253
PMO	L $Y = 54,3116 - 3,3971x$	0,61	-	d", ,55	-
MO	L $Y = 13,7625 + 68,2759x - 44,4809x^2$	0,90	39,97	0,767	0,264
	SP $Y = 8,7302 + 101,5400x - 67,8721x^2$	0,75	46,71	0,748	0,257

CA – conversão alimentar (g: g); RO – resistência óssea (kgf/mm); PO – produção de ovos (%); PMO – peso médio dos ovos (g); MO – massa de ovo (g de ovo/ave/dia).

FG – feed: gain ratio (g:g); BO – Bone resistance (kgf/mm); EP – egg production (%); EW – weight (g); EM – egg mass (g of egg/chickens/day).

Neste estudo, o peso médio dos ovos apresentou efeito significativo ( $P < 0,05$ ) somente para as aves leves e, à medida que se elevou o nível de cálcio na ração, houve redução do peso do ovo, comprovando o melhor nível de cálcio obtido para este parâmetro deveria ser igual ou menor que 0,55% de cálcio. Constatou-se, ainda, que a massa de ovos, para aves leves, foi maximizada (39,97 g/ave/dia) para 0,767%, enquanto, para aves semipesadas, a maior massa de ovos (46,71 g/ave/dia) foi obtida com 0,748% (Tabela 3).

Comparando as fases de crescimento e de produção de ovos, esperava-se que aves com menores taxas de crescimento apresentassem efeito na postura, pois a maturidade sexual poderia ficar comprometida. No entanto, Hamilton & Cipera (1981) não encontraram efeito do desempenho durante o crescimento, sobre a idade ao primeiro ovo, mas observaram que a produção de ovos, o consumo de ração e a eficiência alimentar foram afetados durante a fase de produção. Portanto, o efeito das fases iniciais, provavelmente, é maior sobre o consumo, pois teria mais impacto na qualidade do ovo formado que na redução de seu número (Moran Jr., 1986).

Ao comparar a média dos parâmetros estudados, pelo teste F, encontrou-se que aves semipesadas apresentaram maiores valores de consumo de ração, de produção de ovos, de peso médio dos ovos, de massa de ovos e de conversão alimentar (kg/dúzia) que as aves leves. No entanto, não foram observadas diferenças para conversão alimentar (g/g).

Observou-se que a conversão alimentar, os teores de cinza óssea e de fósforo ósseo (aves leves e semipesadas), o ganho de peso (aves leves) e a resistência óssea (aves semipesadas) não foram afetados de forma significativa pelos níveis de fósforo disponível na ração (Tabela 5).

As aves leves e semipesadas apresentaram consumo de ração semelhantes, sendo que, nas leves, o consumo foi maximizado (81,12 g/ave/dia) com 0,265% de fósforo disponível, enquanto, para aves semipesadas, o maior consumo (81,18 g/ave/dia) foi obtido com 0,304% de fósforo disponível. Entretanto, a equação gerada pelos dados observados, com aves semipesadas, proporcionou coeficiente de determinação baixo ( $R^2 = 0,26$ ); certamente seja uma equação pouco precisa e, conseqüentemente, não represente de forma confiável o consumo de ração dos animais (Tabela 6).

Carew & Foss (1980), trabalhando com diferentes níveis de fósforo disponível, constataram que, com

níveis abaixo do requerido para ótimo desempenho, o nível de fósforo no osso foi reduzido sem causar efeito na resistência óssea. No entanto, Cortese Neto (1992), citado por Rostagno et al. (1996), observou maior teor de fósforo na cinza, quando maiores níveis deste mineral foram incluídos na ração.

Apesar da pouca representatividade da equação, gerada pelos diferentes consumo de ração das aves semipesadas, o consumo foi suficiente para afetar o ganho de peso, pois foi registrado efeito quadrático para ganho máximo (13,07 g/ave/dia) com 0,311% de fósforo disponível. Observou-se ainda que as exigências de aves semipesadas, para máximo consumo de ração (0,304%), foram muito próximas àquelas para máximo ganho (0,311%), ou seja, a ingestão de fósforo foi de 248 mg para consumo de ração e 255 mg para ganho de peso. Portanto, a exigência de fósforo disponível para aves em crescimento também deveria ser expressa em mg/ave/dia.

Geralmente, a deposição de fósforo no osso faz com que seu conteúdo de fósforo e o de cinza sejam elevados. Brugalli et al. (1999) registraram aumento dos níveis de fósforo e cinza óssea, em aves alimentadas com níveis crescentes de fósforo disponível na ração. No presente trabalho, verificou-se que o aumento do fósforo disponível na ração não casou efeito sobre a cinza e o conteúdo de fósforo do osso. Por outro lado, houve efeito sobre a resistência óssea para as aves leves, que foi maximizada (12,69) com 0,270% de fósforo, mas não para as aves semipesadas. Estes resultados diferem dos observados por Keshavarz (1986), que encontrou maior consumo de ração com maiores níveis de fósforo disponível, mas não observou maior teor de cinza óssea, e Narváez et al. (1997), que afirmam que a exigência de nutrientes para a máxima resistência óssea é superior à exigência para os outros parâmetros produtivos.

Ao se compararem as aves leves com as semipesadas dentro de um mesmo parâmetro produtivo, observou-se que, na média, as aves semipesadas apresentaram maiores valores de consumo de ração, de ganho de peso e de resistência óssea, enquanto as aves leves apresentaram maior teor de cinza óssea e pior conversão alimentar.

Independentemente do peso da ave (leve ou semipesada), os diferentes níveis de fósforo disponível nas rações não afetaram de forma significativa ( $P > 0,05$ ) o consumo de ração, a produção de ovos, o peso médio dos ovos, a massa de ovo e a conversão

Tabela 4 - Parâmetros produtivos de poedeiras leves (L) e semipesadas (SP) de 13 a 20 semanas de idade, submetidas a diferentes níveis de cálcio  
 Table 4 - Productive parameters of white egg (L) and brown egg (SP) laying hens from 13 to 20 weeks of age fed different dietary calcium levels

Cálcio (%) Calcium (%)	Consumo ração (g/ave/dia) Feed intake (g/chickens/day)		Produção ovos (%) Egg production (%)		Peso ovos (g) Egg weight (g)		Massa de ovo (g ovo/ave/dia) Egg mass (g egg/chicken/day)		Conversão alimentar (g de ração/g ovo) Feed conversion (g ration/g ovo)		Conversão alimentar (kg ração/dúzia ovo) Feed conversion (kg ration/dozen egg)	
	L	SP	L	SP	L	SP	L	SP	L	SP	L	SP
0,55	91,46	109,36	71,99	77,83	52,47	56,72	37,77	44,13	2,42	2,48	1,52	1,69
0,65	96,58	107,91	75,72	78,63	52,37	57,92	39,65	45,54	2,44	2,37	1,53	1,65
0,75	94,16	113,66	77,40	83,59	51,08	57,11	39,54	47,74	2,38	2,38	1,46	1,63
0,85	94,12	106,14	76,90	77,79	51,89	58,03	39,90	45,14	2,36	2,35	1,47	1,64
0,95	94,08	106,01	75,33	76,47	51,01	57,78	38,43	44,20	2,45	2,40	1,50	1,66
Média <sup>1</sup> Average	94,08b	108,61a	75,47b	78,86a	51,76b	57,51a	39,06b	45,35a	2,41	2,40	1,50a	1,65b
Efeito Effect	NS	NS	Q*	Q*	L#	NS	Q*	Q*	NS	NS	NS	NS
CV (%)	4,856	2,881	1,934	3,414	4,268	4,747						

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra dentro de um mesmo parâmetro não diferem entre pelo teste F; CV = coeficiente de variação. Q - Efeito quadrático; Li - efeito linear; NS - efeito não-significativo; \* (P<0,05); # (P<0,051). Resistência óssea em kgf/mm, em que 1 N = 0,1020 kgf/mm.

<sup>1</sup> Mean followed by the same letter in same parameter do not differ by F test; CV = coefficient of variation. Q - Quadratic effect; Li - linear effect; NS - not significant effect. \* (P<0,05); # (P<0,051).



Tabela 5 - Efeitos dos níveis nutricionais de fósforo sobre o desempenho e parâmetros ósseos de aves de reposição leves (L) e semipesadas (SP) de 13 a 20 semanas de idade

Fósforo disponível (%) Available phosphorus	Consumo de ração (g/avedia) Feed intake (g/chicken/day)		Ganho de peso (g/ave/dia) Weight gain (g/chicken/day)		Conversão alimentar Feed:gain ratio		Resistência óssea (kgf/mm) Bone resistant (kgf/mm)		Cinza óssea (%) Bone ash (%)		Fósforo ósseo (%) Bone phosphorus (%)	
	L	SP	L	SP	L	SP	L	SP	L	SP	L	SP
	0,20	79,87	80,14	9,41	12,41	7,13	6,48	12,18	12,27	44,61	40,22	11,61
0,25	81,79	78,38	9,73	12,53	7,11	6,26	12,38	12,78	42,94	41,76	11,21	12,52
0,30	81,61	81,89	9,93	13,25	6,92	6,18	12,57	13,75	43,28	40,11	11,68	11,69
0,35	78,11	82,07	9,72	13,04	7,21	6,30	12,13	11,62	42,55	42,24	10,94	11,84
0,40	78,43	78,70	9,50	12,50	7,31	6,31	10,35	13,88	42,43	40,71	12,89	10,74
Média <sup>1</sup>	79,96	80,24	9,66b	12,74a	7,14b	6,30a	11,92b	12,86a	43,16a	41,01b	11,66	11,67
Average												
Efeito	Q*	Q*	NS	Q*	NS	NS	Q*	NS	NS	NS	NS	NS
Effect												
CV (%)	2,135	4,782	4,796	5,271	4,908	9,410						

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra dentro de um mesmo parâmetro não diferem entre pelo teste F; CV = coeficiente de variação. Q - Efeito quadrático; NS - efeito não-significativo; \* (P<0,05). Resistência óssea em kgf/mm, em que 1 N = 0,1020 kgf/mm.

<sup>1</sup> Mean followed by the same letter in the same parameter do not differ by F test; CV = coefficient of variation; Q - Quadratic effect; NS effect not-significant; \* (P<0,05); Bone resistance in kgf/mm, in which 1 N = .1020 kgf/mm.

Tabela 6 - Exigência de fósforo disponível para aves de reposição leves (L) e semipesadas (SP), considerando os parâmetros de desempenho (crescimento e produção) e osso

Table 6 - Available phosphorus requirements for white egg pullets (L) and brown egg pullets replacement, considering parameters of performance (growth and egg product phases) and bone

Parâmetro Parameter	Equação Equation		R <sup>2</sup>	Max/ min	Exigência Requirement		
					(%)	(%/ Mcal EM) (%/ Mcal ME)	
CR	FI	L	$Y = 68,0523 + 98,7096x - 186,3460x^2$	0,62	81,12	0,265	0,091
		SP	$Y = 63,8612 + 113,8010x - 186,9900x^2$	0,26	81,18	0,304	0,105
GP	GW	SP	$Y = 6,8596 + 40,0141x - 64,4134x^2$	0,73	13,07	0,311	0,107
RO	BR	L	$Y = 3,1795 + 70,4329x - 130,3920x^2$	0,94	12,69	0,270	0,093

CR - consumo de ração (g/ave/dia); GP - ganho de peso (g/ave/dia); RO - resistência óssea (kgf/mm).

FI - feed intake (g/chickens/day); GW - gain weight (g/chickens/day); BR - bone resistance (kgf/mm).

alimentar (g/g e kg/dúzia). No entanto, as aves semipesadas apresentaram maiores consumo de ração, produção de ovos, peso médio dos ovos, massa de ovos e conversão alimentar (kg/dúzia) que as aves leves (Tabela 7).

Comparando as fase de crescimento e de produção de ovos, nota-se que as recomendações nutricionais para fósforo disponível, não apresentam grandes variações, ou seja, as exigências para a fase de crescimento são muito parecidas com aquelas para produção de ovos. Dessa forma, era de se esperar que não houvesse efeito dos níveis nutricionais de fósforo disponível de 13 a 20 semanas de idade sobre a fase de produção, sobretudo porque a grande demanda nutricional da produção está relacionada com a formação do ovo, e os níveis de fósforo no ovo são reduzidos. Assim, o fósforo utilizado é unicamente direcionado para manutenção.

### Conclusões

As exigências nutricionais de cálcio de 13 a 20 semanas de idade são de 0,832% (0,287%/Mcal de EM) ou 634 mg/ave/dia, para aves leves, e 0,782% (0,270%/Mcal de EM) ou 605 mg/ave/dia, para aves semipesadas.

As exigências nutricionais de fósforo disponível são de 0,270% (0,093%/Mcal de EM) ou 219 mg/ave/dia, para aves leves, e 0,311% (0,107%/Mcal de EM) ou 255 mg/ave/dia, para aves semipesadas.

### Literatura Citada

- BRUGALLI, I.; SILVA, D.J.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência de fósforo disponível e efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo da farinha de carne e ossos para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1288-1296, 1999.
- CAREW, L.B.; FOSS, D.C. Dietary phosphorus levels during growth of brown egg type replacement pullets. **Poultry Science**, v.59, p.812-818, 1980.
- CHENG, T.K.; PEGURI, A.; HAMRE, M.L. et al. Effect of rearing regimens on pullet growth and subsequent laying performance. **Poultry Science**, v.70, n.4, p.907-916, 1991.
- CLASSEN, H.L.; SCOTT, T.A. Self-selection of calcium during the rearing and early laying periods of White Leghorn pullets. **Poultry Science**, v.61, n.10, p.2065-2074, 1982.
- HAMILTON, R.M.G.; CIPERA, J.D. Effects dietary calcium levels during the brooding, rearing, and early laying period on feed intake, egg production, and shell quality of White Leghorn hens. **Poultry Science**, v.60, n.2, p.349-357, 1981.
- HUYGHEBAERT, G.; DeGROOTE, G. Effect of dietary fluoride on performance and bone characteristics of broiler and the influence of dryng and deffating on bone breaking strength. **Poultry Science**, v.67, n.6, p.950-955, 1988.
- KESHAVARZ, K.; NAKAJIMA, S. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. **Poultry Science**, v.72, n.1, p.144-153, 1993.
- KESHAVARZ, K. Influence of feeding a high calcium diet for various durations in prelaying period on growth and subsequent performance off white leghorn pullets. **Poultry Science**, v.66, n.10, p.1576-1582, 1987.
- KESHAVARZ, K. The effect of dietary levels of calcium and phosphorus on performance and retention of these nutrients by laying hens. **Poultry Science**, v.65, n.1, p.114-121, 1986.
- LEESON, S.; JULIAN, R.J.; SUMMERS, J.D. Influence of prelay and early-lay dietary calcium concentration on performance and bone integrity of leghorn pullets. **Canadian**

Tabela 7 - Parâmetros produtivos de poedeiras leves (L) e semipesadas (SP) de 13 a 20 semanas de idade, submetidas a diferentes níveis de fósforo disponível  
 Table 7 - Productive parameters of white egg (L) and brown egg (SP) laying hens from 13 to 20 weeks of age fed different dietary available phosphorus levels

Fósforo disponível (%) Available phosphorus	Consumo ração (g/ave/dia) Feed intake (g/chickens day)		Produção ovos (%) Egg production (%)		Peso ovos (%) Egg weight (%)		Massa de ovo (g ovo/ave/dia) Egg mass (g egg/chicken/day)		Conversão alimentar (g de ração/g ovo) Feed conversion (g ration/g ovo)		Conversão alimentar (kg ração/dúzia ovo) Feed conversion (kg ration/dozen egg)	
	L	SP	L	SP	L	SP	L	SP	L	SP	L	SP
0,20	95,08	110,05	76,54	82,13	53,04	57,90	40,62	47,55	2,35	2,31	1,50	1,61
0,25	93,67	105,68	72,54	77,51	52,94	58,17	38,39	45,09	2,44	2,34	1,55	1,64
0,30	91,68	105,73	72,32	78,96	53,31	57,74	38,56	45,60	2,38	2,32	1,52	1,61
0,35	92,52	107,66	73,81	77,75	53,00	57,84	39,07	44,98	2,37	2,39	1,51	1,66
0,40	93,92	106,59	71,60	75,73	53,03	58,46	37,96	45,45	2,47	2,35	1,57	1,65
Média	93,37b	107,14a	73,36b	78,82a	53,06b	58,02a	38,92b	45,73a	2,40	2,34	1,53a	1,63b
Average												
Efeito	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Effects												
CV (%)	3,430	3,945	2,487	4,348	4,030	3,696						

† Médias seguidas por uma mesma letra dentro de um mesmo parâmetro não diferem entre si pelo teste F; CV = coeficiente de variação. Q - Efeito quadrático; NS - efeito não-significativo; \* (P<0,05).

‡ Mean followed by the same letter in same parameter do not differ by F test; CV = coefficient of variation; Q - Quadratic effect; NS effect not significant; \* (P<0.05).

**Journal of Animal Science**, v.66, n.4, p.1087-1095, 1986.  
 MORAN JR., E.T. Egg quality and hen performance responses to protein-calcium deficiency, cafeteria feeding, and cage density. **Poultry Science**, v.65, n.6, p.1153-1162, 1986.  
 NARVÁEZ, W.V.; ROSTAGNO, H.S.; SOARES, P.R. et al. Níveis de cálcio para poedeiras comerciais leves de 46 a 62 semanas de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.27.  
 NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9. rev. ed. Washington, DC.: 1994. 155p.  
 ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos** (Tabelas brasileiras). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 61p.  
 SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C.; YOUNG, R.J. **Essential inorganic elements** - nutrition of the chicken. 3.ed. New York: M.L Scott Associates, 1982. p.287-304.  
 SILVA, D.J. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.  
 TAHER, A.I.; GLEAVES, E.W.; BECK, M. Special calcium appetite in laying hens. **Poultry Science**, v.63, n.11, p.2261-2267, 1984.  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG: 1997. 59p. (Manual do Usuário).

Recebido em: 07/11/02

Aceito em: 12/11/03