

Níveis de cálcio e vitamina D nas rações de pré-postura sobre o desempenho e qualidade da casca do ovo de poedeiras comerciais

Eliana Aparecida Rodrigues^{1*}, Otto Mack Junqueira¹, Marcelo de Oliveira Andreotti², Luciana Cardoso Cancherini¹, Antonio Carlos de Laurentiz¹, Elenice Maria Casartelli¹ e Rosemeire da Silva Filardi¹

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. *Autor para correspondência. e-mail: elianaar@fcav.unesp.br

RESUMO. Foi conduzido um experimento para avaliar o efeito de níveis de cálcio e vitamina D na ração de pré-postura sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. Foram utilizadas 240 frangas com 16 semanas de idade, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 2 (três níveis de cálcio - 1,3%; 1,8% e 2,3% - e dois níveis de vitamina D - 1.200UI/kg e 2.400 UI/kg de ração) totalizando seis, tratamentos com cinco repetições de oito aves cada. Os tratamentos não influenciaram os parâmetros de desempenho. A gravidade específica foi influenciada pelos níveis de vitamina D, sendo uma maior gravidade específica para o nível mais elevado de vitamina D na ração. Concluiu-se que 1,3% de cálcio e 1.200 UI/kg de vitamina D são suficientes para as aves Hisex Brown apresentarem bom desempenho e boa qualidade de casca.

Palavras-chave: cálcio, frangas, produção, qualidade de casca, vitamina.

ABSTRACT. Calcium and vitamin D levels in prelaying and laying diet on performance and eggshell quality of commercial laying hens. An experiment was carried out to evaluate the effects of calcium and vitamin D levels on performance and egg shell quality of commercial laying hens. Two hundred-forty pullets at 16 weeks of age were allotted in completely randomized experimental design, 3 x 2 factorial arrangement (3 calcium levels - 1.3; 1.8 and 2.3% and 2 vitamin D levels - 1,200 and 2,400 IU/kg of diet), with five replications of eight birds each. The performance of the parameters was not influenced by dietary treatments. Egg specific gravity was improved by the increased level of vitamin D in the diet. Result shows that 1.3% calcium and 1,200 IU/kg of vitamin D are enough to achieve the best performance of the Hisex Brown laying hens.

Key words: calcium, pullets, production, shell quality, vitamin.

Introdução

O aumento no volume de produção e na eficiência de produção por ave pode ser atribuído a um desenvolvimento em sanidade, ambiência, genética e de nutrição. Convém lembrar que a produção de ovos durante um ano de postura corresponde a um peso de 8 vezes o seu peso corporal (North e Bell, 1990). O manejo nutricional adequado durante o crescimento de uma poedeira é fundamental para o desempenho durante a postura. Dentro deste período, a transição de franga para poedeira se constitui em uma etapa crítica.

Embora o conceito de pré-postura não seja recente, a dieta de pré-postura (usualmente duas semanas antes de alcançar a maturidade sexual) tem

despertado interesse tendo em vista que as poedeiras têm alcançado 50% de produção de ovos a uma idade mais precoce. Problemas freqüentemente encontrados em poedeiras que iniciam a produção de ovos precocemente são fadiga de gaiola, ovos com peso inferior ao normal, menor produção de ovos, redução na qualidade da casca e aumento da mortalidade (Hawes e Kling, 1993).

No início da fase de produção das aves, quando está ocorrendo simultaneamente a formação e a calcificação da casca do ovo, há um sinal para que haja um aumento na secreção do paratormônio, na hidroxilação da vitamina D pelos rins, na absorção intestinal de cálcio e na calbidina intestinal e uterina (glândula da casca). As duas últimas variáveis refletem no transporte do cálcio desses órgãos (Bar e

Hurwitz, 1979; Bar *et al.*, 1992). Mesmo com esses aumentos, ocorre um balanço negativo de cálcio durante o início do período de postura. Conseqüentemente, a presença de uma adequada reserva nos ossos ao início do ciclo produtivo pode ser crucial na redução da incidência de fadiga de gaiola, na manutenção da produção de ovos e de cascas com boa qualidade (Keshavarz, 1987).

No estudo de Hurwitz e Bar (1971), um maior conteúdo de cálcio nas dietas de pré-postura durante a maturidade sexual fez com que ocorresse um aumento no conteúdo de cálcio dos ossos e uma melhora na qualidade da casca no início da produção.

Segundo Bertechini (1997), é mais adequado que seja utilizado um nível intermediário de cálcio nas rações de pré-postura do que o nível utilizado na fase de postura. A utilização desse nível não deve ocorrer por períodos longos, ou seja, além de 5% de produção de ovos, pois caso contrário poderá comprometer a reserva medular de cálcio das aves que efetivamente estão em produção.

Kratz *et al.* (1999), trabalhando com níveis crescentes de cálcio (0,9%; 1,8%; 2,7% e 3,6%) nas dietas de pré-postura para frangas semipesadas, seguido de uma ração única (3,5% de cálcio) na fase postura, observaram que o aumento do nível de cálcio na dieta resultou em menor ganho de peso na pré-postura, e que a produção de ovos foi maximizada em dieta contendo 1,8% de cálcio durante a pré-postura. Frangas recebendo baixo teor de cálcio (0,9% a 1,5%) no início da postura apresentaram baixa qualidade de casca de ovo, entretanto, após o 40º ovo, quando todas as aves foram alimentadas com dieta contendo 3,5% de cálcio, apresentaram boa qualidade de casca e não houve efeitos prejudiciais à produção (Leeson *et al.*, 1986).

Segundo Hester (1999), é importante que pelo menos uma semana antes do início da postura as dietas das frangas tenham níveis mais elevados de cálcio (3,75%). Caso contrário, com dietas deficientes em cálcio (por exemplo, 1%), as frangas com desenvolvimento precoce consumirão mais ração para satisfazer suas necessidades de cálcio, resultando em fígado gorduroso e um excessivo depósito de gordura geral, diminuição da qualidade da casca e aumento nos com alimentação. A ingestão de cálcio deve ser de 3,75; 4,0 e 4,25 g/ave/dia de 29 a 36 semanas, 37 a 52 semanas e 53 semanas para o término da produção, respectivamente. Se as galinhas apresentarem problemas com a qualidade da casca, os níveis de cálcio devem ser aumentados em 1 g/ave/dia, mas não deve exceder 6 g/ave/dia.

A utilização de níveis de cálcio de 0,9% a 1,0%; 0,80% a 0,83% e 0,80% de 6 a 18 semanas de idade, é recomendada pelo Manual de Criação e Manejo da Lohmann, NRC (1994) e Rostagno *et al.* (2000), respectivamente.

Para que o cálcio seja eficientemente utilizado, é necessária a presença da vitamina D, a qual representa uma família de componentes denominados pró-vitamina D, pré-vitamina D, vitamina D e metabólitos de vitamina D. Entretanto, o ergocalciferol (Vitamina D₂) e o colecalciferol (Vitamina D₃) têm sido descritos como sendo as formas consideradas de maior importância, ou seja, como nutrientes essenciais para as dietas animais (Ameenuddin *et al.*, 1985).

Essa vitamina, considerada um hormônio, tem papel importante na homeostasia do cálcio e do fósforo (Baião e Cançado, 1997). Para galinhas e outras aves, o colecalciferol (Vitamina D₃) é a única forma química de vitamina D que atua como precursor nutricional do metabólito 1,25(OH)₂D₃ (Scott *et al.*, 1982).

A vitamina D₃ dietética não é a forma ativa. Para se tornar ativa, ela é transportada para o fígado após ser absorvida no intestino delgado juntamente com os lipídeos da dieta (Rutz, 1994) onde sofre uma hidroxilação transformando-se em 25-hidroxicolecalciferol (25-OH-D₃). Posteriormente, este metabólito é transportado aos rins onde sofre outra hidroxilação transformando-se na forma ativa 1,25-diidroxicolecalciferol (1,25-(OH)₂-D₃). Caceres (1994) observou que em aves com osteoporose há altos níveis de 25(OH)D₃, enquanto que o nível de 1,25(OH)₂D₃ é baixo, o que significa que está ocorrendo alguma alteração na conversão renal de 25(OH)D₃ a 1,25(OH)₂D₃.

Durante um período de deficiência de cálcio, a casca do ovo torna-se mais fina e a produção eventualmente cessa, o ovário e o oviduto regridem (Roland *et al.*, 1973) e a concentração de cálcio ionizado e cálcio total diminui (Taylor e Hertelendy, 1961). Durante a deficiência de vitamina D, a produção de ovos também eventualmente cessa e a concentração de cálcio ionizado, cálcio total e fósforo inorgânico também diminui (Ruschkowski e Hart, 1992).

As recomendações de suplementação de vitamina D são bastante variáveis segundo a fonte de consulta. Os níveis sugeridos são de 1.000 UI, 500 UI, 300 UI, 750 UI, 1.600 UI e 1.500 UI por quilograma de ração, segundo Scott *et al.* (1982); NRC, (1984 e 1994); Rostagno *et al.* (1985), (2000) e Lesson e Summers, (1997), respectivamente.

Havendo luz solar suficiente para a síntese da

vitamina D pela pele a partir do 7-deidrocolesterol, não ocorrerá exigência nutricional da mesma. A luz ultra-violeta causa fotólise da pró-vitamina 7-deidrocolesterol na pele do animal para produzir pré-vitamina D₃ (Mc Dowell, 1989). Em criações modernas de frangos de corte e galinhas de postura, as aves permanecem em sistema de confinamento, portanto a conversão de 7-deidrocolesterol não assegura suficiente colecalciferol para as aves (Goff e Horst, 1995).

Ameenuddin *et al.* (1985) ressaltaram que quando as aves recebem quantidades inadequadas de vitamina D ocorre raquitismo, deficiência no crescimento, hipocalcemia, hiperplasia da glândula paratireóide, entre outros eventos. Abdulrahim *et al.* (1979) e Shen *et al.* (1981) verificaram também que quando não há suplementação da mesma, ou quando está em níveis marginais na dieta, a produção de ovos e outras características são prejudicadas.

Por outro lado, foi demonstrado em uma série de experimentos que a utilização de níveis de vitamina D ligeiramente superiores àqueles empregados rotineiramente mostrou-se benéfica para as características de desempenho (Faria *et al.*, 1999a, b, c).

Entretanto, Abdulrahim *et al.* (1979), Yannakopoulos e Morris (1979) e Shen *et al.* (1981) afirmam que, quando as galinhas recebem níveis recomendados de vitamina D na dieta, as características de desempenho não são influenciadas.

O presente experimento foi conduzido para determinar quais os melhores níveis de cálcio e de vitamina D a serem utilizados tanto na fase de pré-postura como na fase de postura, para obtenção de um bom desempenho e boa qualidade da casca dos ovos na fase de produção de poedeiras comerciais.

Material e métodos

Foram utilizadas 240 frangas da linhagem Hisex Brown com 16 semanas de idade, distribuídas em 30 parcelas, sendo cada parcela experimental constituída de oito aves. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x2 (três níveis de cálcio - 1,3%; 1,8% e 2,3% - e dois níveis de vitamina D -1.200 UI/kg e 2.400 UI/kg de ração) na fase de pré-postura, totalizando seis tratamentos com cinco repetições. Foi utilizada uma ração à base de milho e farelo de soja, sendo o calcário e a vitamina D adicionados em substituição ao inerte (Tabela 1). Esta ração foi formulada para o atendimento das exigências das aves em cada fase produtiva de acordo com recomendações do NRC (1994). No início da 18ª semana, a ração da fase de pré-postura foi trocada por uma ração com 2,5% de cálcio, a qual foi mantida até o final do período

experimental, quando então as aves estavam com 34 semanas de idade.

Após o início do período de postura, durante quatro períodos de 28 dias cada (em um total de 112 dias) foram avaliados: produção de ovos (porcentagem de ovos/ave/dia), consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar (kg de ração consumida/kg de ovos produzidos e kg de ração consumida/dúzia de ovos produzidos) e massa dos ovos (g). A massa do ovo foi obtida através da multiplicação do peso médio dos ovos pela porcentagem de produção dos mesmos. Para mensuração das características de qualidade de casca, como porcentagem (%) e espessura de casca (mm), foram utilizados três ovos por parcela produzidos nos dois últimos dias de cada período experimental. A porcentagem de casca foi obtida pela relação entre o peso da casca e o peso do ovo expressos em porcentagem. A gravidade específica (g/mL H₂O) foi realizada com todos os ovos íntegros produzidos nos dois últimos dias de cada período, por imersão dos ovos em baldes com diferentes soluções salinas, cujas densidades variaram de 1,065 a 1,100, com intervalos de 0,005, sendo essas soluções preparadas de acordo com recomendações de Moreng e Avens (1990).

Tabela 1. Composição porcentual e níveis nutricionais das rações experimentais.

Ingredientes (%)	Cálcio (%) / Vitamina D (UI)						
	Pré - postura						Postura 2,5
	1,3		1,8		2,3		
1.200	2.400	1.200	2.400	1.200	2.400	2.200	
Milho	68,68	68,68	68,68	68,68	68,68	68,68	58,82
Farelo de soja	18,49	18,49	18,49	18,49	18,49	18,49	28,38
Farelo de trigo	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	-
Calcário	1,95	1,95	3,26	3,26	4,58	4,58	5,03
Óleo de soja	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	2,76
Fosf. bicálcico	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,05
Supl. vit. + min.	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50
Sal	0,38	0,38	0,38	0,38	0,34	0,34	0,45
Vitamina D	0,010	0,015	0,010	0,015	0,010	0,015	-
DL - metionina	-	-	-	-	-	-	0,10
Inerte	2,87	2,86	1,56	1,55	0,28	0,27	1,91
Calculado	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
EM (kcal/kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
PB (%)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	18,00
Cálcio (%)	1,30	1,30	1,80	1,80	2,30	2,30	2,50
Fósforo total (%)	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
Fósforo disp. (%)	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,467
Met + cist. (%)	0,523	0,523	0,523	0,523	0,523	0,523	0,700
Metionina (%)	0,246	0,246	0,246	0,246	0,246	0,246	0,386
Sódio (%)	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,220

Suplemento vitamínico e mineral pré-postura: Enriquecimento por quilograma de ração: Vit. A-4.500 UI; Vit. E-10 mg; Vit. K₃-0,5 mg; Vit. B₂ 2,5 mg; Vit. B₁₂-10 mcg; pantotenato de cálcio-5 mg; Niacina-5 mg; colina-100 mg; Cobre-62,5 mg; Ferro-50 mg; Iodo-0,35 mg; Selênio-0,15 mg; Manganês-60 mg; Zinco-40 mg; Antioxidante-0,125 mg. Suplemento vitamínico e mineral postura: Enriquecimento por quilograma de ração: Vit. A-4.500 UI; Vit.D₃-2,200 UI; Vit. E- 10 mg; Vit. K₃-0,5 mg; Vit. B₂ 2 mg; Vit. B₁₂-10 mcg; pantotenato de Cálcio-2,2 mg; Niacina-10 mg; colina-250 mg; promotor de crescimento-50 mg; Cobre-75 mg; Ferro-50 mg; Iodo-0,3 mg; Selênio-0,1 mg; Manganês-30mg; Zinco-50 mg; Antioxidante-0,625 mg.

Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando-se o programa Saeg (Universidade

Federal de Viçosa, 1982). E as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Os resultados médios obtidos para porcentual de postura, peso dos ovos, consumo de ração, conversão alimentar e massa dos ovos encontram-se na Tabela 2.

A análise de variância dos dados demonstrou que os diferentes níveis de cálcio e de vitamina D fornecidos na ração de pré-postura não influenciaram ($p > 0,05$) o peso dos ovos, consumo de ração, conversão alimentar e massa dos ovos na fase de postura. Não houve interação entre os dois fatores estudados para as características citadas acima.

A ausência de efeito dos níveis de vitamina D utilizados na fase de pré-postura sobre os parâmetros de desempenho também foi relatada por Mattila *et al.* (2004), ao testarem diferentes níveis e fontes de vitamina D em aves com 20 semanas de idade. Por outro lado, Frost e Roland (1990), utilizando níveis crescentes de vitamina D (0; 500; 1.000 e 1.500 UCI vit.D₃/kg), verificaram um aumento na produção de ovos e no consumo de ração, à medida que elevavam o nível de vitamina D₃ da ração, entretanto, o peso dos ovos não foi influenciado pelos diferentes níveis de vitamina D₃ fornecidos às aves.

No presente estudo, o aumento nos níveis de cálcio na ração de pré-postura não afetou o desempenho das aves, resultado esse semelhante ao obtido por Keshavarz (1987) que, mesmo trabalhando com nível elevado de cálcio (3,5%) na fase de pré-postura por vários períodos (2, 3, 4, 5 e 6 semanas), não observou alteração significativa no consumo de ração, conversão alimentar, peso e produção dos ovos durante todo o período de postura (20 a 60 semanas de idade). Entretanto, esses resultados diferem dos encontrados por Hartel (1989) que, fornecendo níveis de cálcio variando de 2,0% a 4,5% para aves de 22 semanas de idade durante 280 dias, observou diferenças significativas em todas as variáveis de desempenho.

Ruschkowski e Hart (1992) observaram que frangas alimentadas com rações deficientes em cálcio e em vitamina D por um período de 8 semanas apresentaram, no período subsequente, menor consumo e menor produção de ovos em relação às aves alimentadas com níveis adequados de cálcio e de vitamina D. Em um estudo semelhante ao presente experimento, Keshavarz (1996), fornecendo às frangas diferentes níveis de cálcio e vitamina D na ração, também não observou efeitos

sobre os parâmetros de produção das aves durante a fase de postura.

Tabela 2. Desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com diversos níveis de cálcio e vitamina D na fase de pré-postura.

Cálcio (%)	Produção ovos (%)	Peso ovos (g)	Consumo (g/ave/dia)	CA (kg /kg)	CA (kg /Dz)	Massa ovos (g)
Efeito dos níveis de cálcio						
1,3	81,62	58,24	106,27	2,33	1,65	47,04
1,8	78,31	58,93	108,59	2,39	1,70	46,41
2,5	80,31	57,94	108,83	2,43	1,70	46,47
Efeito dos níveis de vitamina D						
Vitamina D (UI/kg)						
1.200	79,01	58,63	108,63	2,40	1,70	46,42
2.400	81,14	58,05	107,17	2,37	1,67	46,86
Valores de F						
Ca	1,23 ns	1,07 ns	0,4312 ns	0,603 ns	0,46 ns	0,987 ns
Vit D	1,50 ns	1,34 ns	0,3445 ns	0,993 ns	0,28 ns	0,121 ns
Ca x Vit D	0,45 ns	1,66 ns	0,2281 ns	0,414 ns	0,01 ns	1,89 ns
CV (%) ¹	5,93	2,34	6,31	8,50	8,73	7,53

¹CV-Coeficiente de Variação. ns – não significativo ($p > 0,05$).

Os diferentes níveis de cálcio e de vitamina D da ração de pré-postura não afetaram ($p > 0,05$) a porcentagem e espessura da casca (Tabela 3). Esses resultados do efeito de cálcio contrariam os obtidos por Leeson *et al.* (1986) os quais fornecendo às aves rações com um baixo teor de cálcio (0,9% a 1,5%) no início da postura, verificaram baixa qualidade de casca de ovo nesse período. Entretanto, após a introdução da ração de postura contendo 3,5% de cálcio, as poedeiras passaram a apresentar boa qualidade de casca. Da mesma forma, Kratz *et al.* (1999) fornecendo às aves níveis crescentes de cálcio (0,9% a 3,6%) durante a 17^a e 18^a semana de idade, verificaram que o nível de 0,9% na pré-postura, seguido de uma ração única na postura (3,5% de cálcio), foi suficiente para que as poedeiras apresentassem uma qualidade de casca adequada no período de postura.

Tabela 3. Qualidade das casca dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diversos níveis de cálcio e vitamina D na fase de pré-postura.

Cálcio (%)	Porcentagem de casca	Espessura casca (mm)	Gravidade específica
Efeito dos níveis de cálcio			
1,3	8,78	0,359	1,0876
1,8	8,82	0,361	1,0880
2,5	8,89	0,360	1,0881
Efeito dos níveis de vitamina D			
Vitamina D (UI/kg)			
1200	8,79	0,360	1,0874 b
2400	8,87	0,361	1,0884 a
Valores de F			
Ca	0,62 ns	0,26 ns	1,05 ns
Vit. D	0,99 ns	0,29 ns	9,78 **
Ca x Vit. D	0,61 ns	3,02 ns	4,44 *
CV (%) ¹	2,52	1,51	0,77

¹CV-Coeficiente de Variação. $p < 0,05$ ** $p < 0,01$. ns – não significativo ($p > 0,05$).

Por outro lado, Bar *et al.* (1998) verificaram que o conteúdo de cálcio das dietas de pré-postura não alterou de forma significativa as variáveis que medem a qualidade da casca, resultados semelhantes

aos obtidos no presente experimento.

Para gravidade específica ocorreu interação significativa entre os níveis de cálcio e vitamina D, sendo o desdobramento apresentado na Tabela 4. A melhor gravidade específica foi obtida com o teor mais elevado de vitamina D na ração, independentemente dos níveis de cálcio utilizados. Esses resultados diferem dos obtidos por Yannakopoulos e Morris (1979), os quais não encontraram diferenças significativas em nenhuma das características relacionadas com a qualidade de casca, quando forneceram para as poedeiras rações contendo de 1.500 UI a 6.000 UI de vitamina D₃/kg de ração durante um período de 10 semanas.

Tabela 4 – Desdobramento da interação entre níveis de cálcio e de vitamina D na ração de pré-postura para gravidade específica.

Níveis de cálcio (%)	Níveis de vitamina D (UI/kg)	
	1.200	2.400
1,3	1,0870 Ab	1,0882 Aa
1,8	1,0870 Ab	1,0890 Aa
2,3	1,0882 Aa	1,0880 Aa

Médias na coluna/linha, seguidas de letras maiúsculas/ minúsculas diferentes, diferem (p<0,05) pelo teste de Tukey.

Conclusão

Pelos resultados obtidos no presente experimento concluiu-se que 1,3% de cálcio e 1.200 UI de vitamina D₃/kg de ração de pré-postura são suficientes para poedeiras Hisex Brown apresentarem bom desempenho produtivo. Entretanto, para garantir boa gravidade específica, o nível de 2.400 UI/kg de ração na fase de postura seria o mais adequado.

Referências

- ABDULRAHIM S.M. *et al.* Effects of vitamin D₃ metabolites on production parameters and hatchability of eggs. *Poult. Sci.*, Champaign, v.58, n.4, p.858-863, 1979.
- AMEENUDDIN, S. *et al.* Essentiality of vitamin D₃ and its metabolites. *World's Poult. Sci. J.*, Ut. Morris, v.41, p.52-63, 1985.
- BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S. V. Fatores que afetam a qualidade da casca do ovo. *Cad. Tec. Esc. Vet. UFMG*, Belo Horizonte, n. 21 p. 43-59, 1997.
- BAR, A., HURWITS, S. The interaction between calcium and gonadal hormones in their effect on plasma calcium, bone 25-hydroxycholecalciferol-1-hydroxylase, and duodenal calcium-binding protein, measured by radioimmunoassay in chicks. *Endocrinology*, Bethesda, v.104, p. 1455-1460, 1979.
- BAR, A. *et al.* Effects of age of production, light regime and dietary calcium on performance, eggshell traits, duodenal calbindin and cholecalciferol metabolism. *Br. Poult. Sci.*, Basingstoke, v. 39, p. 282-290, 1998.
- BAR, A. *et al.* Relationships between calbindin

- (M@28,000) and calcium transport by the eggshell gland. *Comp. Biochem. Physiol.*, Oxford, v. 101A, p. 845-848, 1992.
- BERTECHINI, A.G. *Nutrição de monogástricos*. Lavras: Universidade Federal de Lavras/Faep, 1997.
- CACERES, V.C. Efectos nutricionales sobre la calidad de la cáscara. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos, *Anais...* Santos: FACTA. p.35-57. 1994.
- FARIA, E.D. *et al.* Suplementação de vitaminas D e C para poedeiras durante o primeiro ciclo de produção. *Revista Brasileira de Ciências Avícola*, v.1, n.2, p.135-244, 1999a.
- FARIA, E.D. *et al.* Influência de diferentes níveis de vitaminas D e C e idade das galinhas poedeiras sobre o desempenho e qualidade dos ovos. 1 – Verão. *Revista Brasileira de Ciências Avícola*, v.1, n.3, p.193-201, 1999b.
- FARIA, E.D. *et al.* Influência de diferentes níveis de vitaminas D e C e idade das galinhas poedeiras sobre o desempenho e qualidade dos ovos. 2 – Primavera. *Revista Brasileira de Ciências Avícola*, v.1, n.3, p.203-210, 1999c.
- FROST, T.J., ROLAND, Sr. D. A. Influence of vitamin D₃, 1 α -Hydroxyvitamin D₃, and 1,25- Dihydroxyvitamin D₃ on eggshell quality, tibia strength, and various production parameters in commercial laying hens. *Poult. Sci.*, Champaign, v.69, p.2008-2016. 1990.
- GOFF, J.P.; HORST, R.L. Assessing adequacy of cholecalciferol supplementation in chicks using plasma cholecalciferol metabolite concentrations as an indicator. *J. Nutr.*, Bethesda, v.125, p.1351-1357, 1995.
- HARTEL, H. Evaluation of the dietary interaction of calcium and phosphorus in the high producing laying hen. *Br. Poult. Sci.*, Basingstoke, v. 31, p. 473-494, 1989.
- HAWES, R.O.; KLING, L.J. The efficacy of using prelay and early-lay rations for brown-egg pullets. *Poult. Sci.*, Champaign, v. 72, p.1641-1649, 1993.
- HESTER, P.Y. A qualidade da casca do ovo. *Avic. Ind.*, São Paulo, n. 1072, p.20-30. 1999.
- HURWITZ, S.; BAR, A. The effect of pre-laying mineral nutrition on the development, performance and mineral metabolism of pullets. *Poult. Sci.*, Champaign, p.1044-1055, 1971.
- KESHAVARZ, K. Influence of feeding a high calcium diet for various durations in prelaying period on growth and subsequent performance of white Leghorn pullets. *Poult. Sci.*, Champaign, v. 66, p. 1576-1582, 1987.
- KESHAVARZ, K. The effect of different levels of vitamin C and cholecalciferol with adequate or marginal levels of dietary calcium on performance and eggshell quality of laying hens. *Poult. Sci.*, Champaign, v. 75, p.1227-1235, 1996.
- KRATZ, L.R. *et al.* Efeito do nível de cálcio da dieta durante o período pré-postura sobre o desempenho de poedeiras semi-pesadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre, *Anais...* Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999.
- LEESON, S. *et al.* Influence of prelay and early-lay dietary calcium concentration on performance and bone integrity of leghorn pullets. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, v.66, p.1087-

- 1095, 1986.
- LEESON, S.; SUMMERS, J., D. *Commercial Poultry Nutrition*. 2. ed. University Books, 1997.
- MANUAL DE CRIAÇÃO E MANEJO LOHMANN LSL., Granja Planalto. Uberlândia. 24p.
- MATTILA, P. et al. Effect of vitamin D₂ and D₃ enriched diets on egg vitamin D content, production, and bird condition during an entire production period. *Poult. Sci.*, Champaign, v.83, p. 433-440, 2004.
- Mc DOWELL, L.R. *Vitamins in animal nutrition*. Comparative aspects to human nutrition. San Diego: Academic Press, Inc; 1989.
- MORENG, R.E., AVENS, J.S. *Ciência e produção de aves*. São Paulo (SP): Livraria Roca Ltda; 1990. 380p.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of poultry*. 9th Revised Edition, National Academy of Science, Washington, D.C., 1994.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of poultry*. 8th Revised Edition, National Academy of Science, Washington, D.C., 1984.
- NORTH, M.O.; BELL, D.D. *Commercial Chicken Production Manual*. Fourth Ed. 1990.
- ROLAND, D.A. et al. Calcium metabolism in the laying hen – Shell quality in relation to time oviposition. *Poult. Sci.*, Champaign, v. 52, p.506-510, 1973.
- ROSTAGNO, H.S. et al. *Tabelas Brasileiras para aves e suínos (Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais)*. Viçosa: Imprensa Universitária/Universidade Federal de Viçosa. 1985.
- ROSTAGNO, H.S. et al. *Tabelas Brasileiras para aves e suínos (Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais)*. Viçosa, Imprensa Universitária/Universidade Federal de Viçosa. 2000.
- RUSCHKOWSKI, S.R., HART, L.E. Ionic and endocrine characteristics of reproductive failure in calcium-deficient and vitamin D deficient laying hens. *Poult. Sci.*, Champaign, v.71, p. 1722-1732, 1992.
- RUTZ, F. Absorção de minerais e vitamina. In: FUNDAÇÃO APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS. *Fisiologia da digestão e absorção das aves*. Campinas: FACTA, 1994, p.83-98.
- SAEG – Sistema para análise estatística e genética. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1982.
- SCOTT, M.L. et al. *Nutrition of the chicken*. Ithaca (NY): M.L. Scott & Associates, 1982.
- SHEN, H. et al. Egg production and shell quality of layers fed various levels of vitamin D₃. *Poult. Sci.*, Champaign, v.60, p.1485-1490, 1981.
- TAYLOR, T.G.; HERTELENDY, F. Changes in the blood calcium associated with egg shell calcification in the domestic fowl. 2. Changes in the diffusible calcium. *Poult. Sci.*, Champaign, v.40, p. 115-123, 1961.
- YANNAKOPOULOS, A.L.; MORRIS, T.R. Effect of light, vitamin D and dietary phosphorus on egg-shell quality late in the pullet laying year. *Br. Poult. Sci.*, Basingstoke, v. 20, n.3, p.337-342, 1979.

Received on August 30, 2004.

Accepted on January 28, 2005.