

Influência de Diferentes Níveis de Energia, Vitamina D₃ e Relação Sódio:Cloro sobre o Desempenho e a Qualidade da Casca dos Ovos de Poedeiras Comerciais¹

Douglas Emygdio de Faria², Otto Mack Junqueira³, Nilva Kazue Sakomura³,
Áureo Evangelista Santana³

RESUMO - Este experimento foi realizado com o objetivo de verificar a influência de diferentes níveis de energia, vitamina D₃ e relação sódio:cloro sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos e de determinados constituintes sanguíneos, em 192 galinhas Hy-Line W36, com 72 semanas de idade, distribuídas em 48 unidades experimentais com quatro aves cada. O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso em arranjo fatorial (3 x 2 x 2), níveis de energia metabolizável (2900, 3000 e 3100 kcal/kg), níveis de vitamina D₃ (500 e 2500 UI/kg) e relação sódio:cloro (0,74:1 e 1,2:1), totalizando 12 tratamentos com quatro repetições cada. As rações experimentais foram isoprotéicas (17% PB), isocálcicas (4,4% Ca), isofosfóricas (0,5% P total) e isosódicas (0,16% Na). Os resultados evidenciaram que o peso dos ovos foi reduzido com o nível de 3100 kcal de EM/kg; a porcentagem de casca e a densidade aparente foram melhoradas com a utilização da relação sódio:cloro 1,2:1; e as características de desempenho e qualidade de casca não foram influenciadas pelos níveis de vitamina D₃. Os níveis mais elevados de EM não melhoraram a qualidade da casca dos ovos de poedeiras, na fase final de produção; a relação sódio:cloro 1,2:1 se mostrou efetiva em melhorar essa característica.

Palavras-chave: energia metabolizável, nutrição, poedeiras, qualidade da casca dos ovos, relação sódio:cloro, vitamina D₃

Influence of Different Levels of Energy, Vitamin D₃ and Sodium:Chloride Ratio on Performance and Eggshell Quality of Laying Hens

ABSTRACT - An experiment was carried out to verify the influence of different levels of energy, vitamin D₃ and sodium:chloride ratio on the performance, eggshell quality and on determined blood constituents of 192 laying hens Hy-Line W36, aged 72 weeks, allotted to a 48 experimental units with four hens each. A completely randomized experimental design was used in a factorial arrangement (3 x 2 x 2), metabolizable energy levels (2900, 3000 and 3100 kcal/kg), vitamin D₃ levels (500 and 2500 IU/kg) and sodium:chloride ratios (.74:1 and 1.2:1), totalizing 12 treatments with four replicates each. The experimental diets were isoproteic (17% CP), isocalcium (4.4% Ca), isophosphorus (.5% total P) and isosodium (.16% Na). The results showed that egg weight decreased when diets with 3100 kcal ME/kg were used and better values for shell percent and specific gravity were obtained when hens were fed diets contained the sodium:chloride ratio 1.2:1. The vitamin D₃ levels were not able to influence the performance and egg shell characteristics. The higher levels of energy were not effective to improve eggshell quality of the older hens. The sodium:chloride ratio 1.2:1 improved eggshell quality characteristics.

Key Words: metabolizable energy, nutrition, laying hens, eggshell quality, sodium:chloride ratio, vitamin D₃

Introdução

O nível de energia (EM) da dieta é selecionado frequentemente como ponto de partida, quando da formulação de rações para aves, segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1994), o qual indica nível de 2900 kcal de EM/kg de ração para poedeiras consumindo 100 g/ave/dia. Alguns trabalhos foram desenvolvidos com a finalidade de avaliar a influência de diferentes níveis de EM sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras. CAREW et al. (1980) administraram ra-

ções contendo 2737, 3003 e 3322 kcal de EM/kg para poedeiras de 21 até 73 semanas de idade, verificando decréscimo no consumo de ração, à medida que aumentava o nível energético da ração, embora o consumo de EM tenha sido similar. As características produção e peso dos ovos e resistência à quebra também não foram afetadas. JUNQUEIRA (1988) avaliou dois níveis de EM (2650 e 2850 kcal/kg) e três níveis de fósforo total (0,3; 0,6; e 0,9%) em dietas de poedeiras por um período de 16 semanas. Considerando somente os efeitos dos níveis de EM, o autor verificou influência sobre o consumo de ração, sem

¹ Parte da Tese do primeiro autor apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), Jaboticabal, SP, para obtenção do grau de Doutor em Zootecnia.

² Docente do Dep. de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), Campus de Pirassununga, SP. E-mail: defaria@usp.br

³ Docente da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, SP.

alteração das características produção, peso, massa e densidade aparente dos ovos e peso das cascas. Os níveis de 2500, 2800 e 3100 kcal de EM/kg foram avaliados em poedeiras jovens por MORAES et al. (1991), os quais observaram decréscimo no consumo de ração e na produção de ovos, quando as galinhas foram alimentadas com 3100 kcal de EM/kg de ração, sendo que as características peso dos ovos, conversão alimentar, espessura e porcentagem de casca não foram afetadas. SUGAHARA (1993) apresentou resultados de desempenho de poedeiras alimentadas com rações contendo 2542, 2706 e 2870 kcal de EM/kg, sem efeitos significativos sobre o consumo de ração, a produção e o peso dos ovos e a eficiência alimentar. No entanto, SUGAHARA (1993), ao comparar os efeitos de rações com alta densidade energética, 3313 kcal EM/kg, contra o nível de 2754 kcal EM/kg, sobre o metabolismo do cálcio e da vitamina D, observou aumento da atividade da enzima renal 1α -hidroxilase e da resistência da casca dos ovos com conseqüente redução no percentual de ovos com casca fina.

A vitamina D₃ (colecalfiferol) é requerida pelas galinhas para o adequado metabolismo do cálcio e fósforo na formação e no fortalecimento de ossos, bico, patas e casca dos ovos. Para galinhas e outras aves, o colecalfiferol é a única forma química de vitamina D que atua como precursor nutricional do metabólito $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ (SCOTT et al., 1982). As recomendações de suplementação de vitamina D variam bastante segundo a fonte de consulta. Os níveis sugeridos são de 1000 UI, 500 UCI, 300 UI, 750 UI, 1500 UCI e 2000 UI por quilograma de ração, segundo SCOTT et al. (1982), NRC (1984, 1994), ROSTAGNO et al. (1985), LEESON e SUMMERS (1991) e FEEDSTUFFS (1995), respectivamente. Testando seis níveis de colecalfiferol (0, 125, 250, 375, 500 e 5000 UI/kg) em galinhas com 30 semanas de idade, SHEN et al. (1981) constataram que houve imediato decréscimo na produção de ovos e qualidade da casca (deformação) em galinhas que não receberam a vitamina, de tal modo que após quatro semanas a produção de ovos caiu para 30%, com os ovos apresentando casca fina ou sem casca. As características consumo de ração, peso dos ovos, peso corporal e unidade Haugh não foram afetadas pelos tratamentos. Os autores concluíram que, sob condições de campo, baixos níveis de vitamina D podem ser mais problemáticos que deficiência absoluta em função da dificuldade de diagnóstico. TSANG e DAGHIR (1990) sugerem que os problemas de

qualidade de casca em galinhas velhas podem estar associados não somente ao decréscimo na síntese de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$, como também à mudança de balanço entre a síntese de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ e $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$.

O sódio e o cloro são fornecidos na dieta das aves com a finalidade de manter a composição iônica dos fluidos corporais, além da relação desses elementos com o balanço ácido-base do animal (COHEN et al., 1972). Segundo o NRC (1994), os níveis de sódio e cloro para poedeiras com consumo diário de 100 g são 0,15 e 0,13%, respectivamente. Portanto, a relação sódio:cloro na dieta seria de 1,15:1. No entanto, quando as dietas para as poedeiras são formuladas com milho e soja mais cloreto de sódio, ocorre predominância do elemento cloro. Uma vez que as exigências para o sódio e o cloro já estejam claramente definidas, a preocupação atual dos nutricionistas é estabelecer balanço na dieta para o fornecimento de cátions e ânions (LEESON et al., 1995). Segundo esses autores, o balanço eletrolítico pode afetar o metabolismo de vários aminoácidos, principalmente em relação à lisina e arginina, em que o antagonismo existente entre esses aminoácidos pode ser acentuado ou parcialmente minimizado pela manipulação de cátions e ânions da dieta. ERNEST et al. (1975) utilizaram o nível de 0,23% de sódio com diferentes níveis de cloro nas dietas de poedeiras com 90 semanas de idade, estabelecendo as relações sódio:cloro 0,77; 0,88; e 1,28:1. Os autores não constataram diferenças na produção e peso dos ovos, qualidade do albúmen e espessura da casca. AUSTIC e KESHAVARZ (1984) não constataram alterações nos valores de pH e CO₂, quando administraram dietas contendo três níveis de cálcio (2,0; 2,8; e 3,6%) e dois níveis de cloro (0,25 e 0,86%). No entanto, o bicarbonato e excesso de base foram reduzidos com a utilização do nível de 0,86% de cloro dietético. Em outro experimento, utilizaram várias relações sódio:cloro (0,19:1 a 3,17:1) correspondendo aos valores calculados de (Na+K-Cl) de -75 a 375 mEq/kg de ração, respectivamente. Verificaram melhoria da qualidade da casca dos ovos, à medida que o nível de cloro dietético foi reduzido. Em um dos experimentos conduzidos por HESS e BRITTON (1989), três níveis de cloro (0,09; 0,13; e 0,33%) foram utilizados com níveis de sódio variando de 0,14 a 0,19% da dieta de poedeiras com 72 semanas de idade. Os resultados evidenciaram que a redução do nível de cloro não exerceu efeito sobre consumo de ração, produção e peso dos ovos, porcentagem e deformação da casca. No entanto, o nível de 0,09% de cloro dietético

proporcionou os maiores valores para a densidade aparente dos ovos, após seis semanas de avaliação. KESHAVARZ e AUSTIC (1990) avaliaram os efeitos de altos níveis de fósforo total (1,0 e 1,5%) e cloro (0,80%) sobre o balanço ácido-base e a qualidade da casca dos ovos. A qualidade da casca e os valores dos indicadores do balanço ácido-base foram reduzidos com a utilização dos altos níveis de fósforo ou de cloro nas dietas. Os autores verificaram que as manipulações da dieta que elevam sua carga ácida, como o aumento dos níveis de fósforo ou de cloro, são prejudiciais à qualidade da casca dos ovos. Esse efeito pode ser atribuído a aumento na excreção de cálcio mediada pela acidemia resultante de manipulação da dieta. CAMARGO FILHO (1994) conduziu dois experimentos com a finalidade de avaliar diferentes relações (Na+K)/Cl nas dietas de poedeiras com idade avançada. No primeiro experimento, as relações (Na+K)/Cl foram de 3,46; 4,46; 5,46; e 6,46, não sendo constatada influência significativa sobre a produção e massa de ovos, densidade aparente e espessura da casca dos ovos. Os maiores valores para o pH foram obtidos com a utilização das dietas contendo a relação 4,46, na presença de 0,95% de bicarbonato de sódio, além da relação 6,46. No segundo experimento, as características de consumo de ração, produção de ovos, conversão alimentar, massa de ovos, densidade aparente e espessura da casca também não foram alteradas pelos tratamentos aplicados. Houve diminuição do peso dos ovos com níveis crescentes de bicarbonato de sódio adicionado ao cloreto de amônia.

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de energia metabolizável, vitamina D₃ e relação sódio:cloro sobre o desempenho e a qualidade externa dos ovos e de determinados constituintes sanguíneos em poedeiras comerciais na fase final de produção.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no aviário experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAVJ/UNESP), Jaboticabal, com duração de dez semanas, divididas em cinco períodos de duas semanas cada. Foram utilizadas 192 galinhas Hy-Line W36 com 72 semanas de idade, distribuídas em 48 parcelas, sendo cada unidade experimental composta por quatro aves. O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial 3 x 2 x 2, com os fatores: níveis de energia

metabolizável (2900, 3000 e 3100 kcal de EM/kg), níveis de vitamina D₃ (500 e 2500 UI/kg) e relação sódio:cloro (0,74:1 e 1,2:1), totalizando 12 tratamentos com quatro repetições cada. As galinhas foram selecionadas do plantel do Setor de Avicultura, considerando as características de aves produtivas, com variação de peso corporal de $\pm 10\%$ do peso médio (1,670 kg), o que correspondeu à faixa de 1,500 a 1,850 kg.

As rações utilizadas foram à base de milho e farelo de soja, isoprotéicas (17% PB), isocálcicas (4,4% Ca), isofosfóricas (0,5% P total) e isosódicas (0,16% Na), formuladas conforme as exigências nutricionais por ave por dia, de acordo com o consumo diário de 90 g/ave/dia, segundo recomendações do MANUAL (1995) da linhagem Hy-Line. Os níveis nutricionais de vitamina D₃ foram obtidos com a utilização de dois suplementos vitamínico-minerais, diferindo somente na concentração da referida vitamina. Para obtenção da relação sódio:cloro 1,2:1, utilizou-se o sulfato de sódio anidro, considerando sua composição com 32% sódio e 22,5% enxofre. A composição percentual e os níveis nutricionais calculados das rações experimentais encontram-se na Tabela 1.

As características de desempenho avaliadas foram consumo de ração (g/ave/dia), consumo de energia metabolizável (kcal/ave/dia), produção de ovos (% ovos/ave/dia), conversão alimentar (kg ração/kg ovo) e massa de ovos (g/ave/dia). A produção de ovos foi registrada diariamente e o cálculo realizado no final de cada período experimental de duas semanas. O peso médio dos ovos foi obtido por meio da pesagem de todos os ovos produzidos nos últimos dois dias de cada período experimental. A massa de ovos foi o resultado da multiplicação da produção pelo peso médio dos ovos. As características de qualidade da casca dos ovos mensuradas foram a porcentagem de casca, espessura da casca (mm) e densidade aparente dos ovos (g/mL H₂O). As soluções salinas utilizadas para obtenção da densidade aparente dos ovos foram preparadas conforme recomendações de MORENG e AVENS (1990), com os devidos ajustes para um volume de 20 litros de água. A faixa de densidade das soluções foi de 1,0650 a 1,0950, com intervalos de 0,0025.

No final do experimento, foram coletadas amostras de sangue após uma hora da postura, de uma galinha por unidade experimental, por meio de punção intracardiaca. O pH, as pressões parciais de oxigênio (pO₂ - mm Hg) e de dióxido de carbono (pCO₂ - mm Hg), o bicarbonato (HCO₃⁻) e excesso

Tabela 1 - Composição percentual e níveis nutricionais das dietas experimentais
 Table 1 - Percentage composition and nutritional levels of the experimental diets

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Ração experimental <i>Experimental diet</i>					
	1	2	3	4	5	6
Milho moído <i>Ground corn</i>	56,04	55,97	53,62	53,54	51,20	51,13
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	26,82	26,84	27,27	27,29	27,73	27,74
Calcário <i>Limestone</i>	10,88	10,88	10,86	10,86	10,84	10,84
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,18	1,18	1,21	1,21	1,23	1,23
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	4,25	4,27	6,21	6,24	8,17	8,20
Sal (<i>Salt</i>)	0,30	0,16	0,30	0,16	0,30	0,16
Sulfato de sódio <i>Sodium sulfate</i>	-	0,17	-	0,17	-	0,17
Metionina (<i>Methionine</i>)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Suplemento vitamínico mineral e aditivos ¹ <i>Vitamin mineral and additives premix</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Níveis nutricionais calculados <i>Calculated nutritional levels</i>						
Energia metabolizável (kcal/kg) <i>Metabolizable energy</i>	2900	2900	3000	3000	3100	3100
Proteína bruta (<i>Crude protein</i>), %	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Ca (%)	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40
P total (<i>Total P</i>), %	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Na (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Cl (%)	0,22	0,13	0,22	0,13	0,22	0,13
Relação Na:Cl <i>Na:Cl ratio</i>	0,74:1	1,2:1	0,74:1	1,2:1	0,74:1	1,2:1
K (%)	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
(Na + K)/Cl	2,73	4,62	2,73	4,62	2,73	4,62
(Na + K) - Cl (%)	0,38	0,47	0,38	0,47	0,38	0,47
(Na + K) - Cl (mEq/kg)	120,13	145,48	120,13	145,48	120,13	145,48

¹ Composição por kg (*Composition per kg*): vit. A, 800.000 UI; vit. D, 100.000 UI; vit. E, 1.000 mg; vit. K, 100 mg.; vit. B₂, 400 mg; vit. B₁₂, 2.000 mcg; pantotenato de cálcio (*calcium pantothenate*), 440 mg; niacina (*niacin*), 2.000 mg; colina (*coline*), 50.000 mg; metionina (*methionine*), 160.000 mg; I, 60 mg; Se, 20 mg; Mn, 6.000 mg; Zn, 10.000 mg; Cu, 15.000 mg; Fe, 10.000 mg; promotor de crescimento (*growth promoter*), 10.000 mg; antioxidante (*antioxidant*), 125 mg; excipiente q.s.p. (*inert filler*), 1000 g.

de base foram determinados por intermédio de um analisador de gases denominado pH/Blood Gas Analyzer Type OP-215. Também foram determinadas a contagem total de eritrócitos (células/mm³) e leucócitos (células/mm³) e a concentração de hemoglobina (g/100 mL) e hematócrito (%), segundo JAIN (1986).

Os dados obtidos foram analisados por intermédio do sistema ESTAT 2.0 e as médias dos tratamentos, comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os resultados de consumo de ração, consumo de energia e produção de ovos encontram-se na Tabela 2. O consumo de ração não foi diferente para os fatores

estudados em todos os períodos experimentais. Houve diferença entre os níveis de EM para o consumo de energia no primeiro período experimental, evidenciando menor consumo para as galinhas alimentadas com o nível de 2900 kcal/kg em relação às alimentadas com o maior nível. No entanto, a partir do segundo período experimental, o consumo de EM foi rapidamente equilibrado, não apresentando diferenças significativas.

Embora utilizando níveis de EM diferentes daqueles praticados nesse estudo, MORAES et al. (1991) verificaram menor consumo de ração para galinhas alimentadas com o nível de 3100 kcal/kg. Por outro lado, SUGAHARA (1993), utilizando níveis inferiores de EM, não verificou diferença no consumo de ração. De forma semelhante ao ocorrido nesse trabalho, CAREW et al. (1980) não verificaram variações significativas no consumo de EM, embora o consumo

Tabela 2 - Consumo de ração, consumo de energia metabolizável e produção de ovos em cada período de 14 dias e no período experimental total, de galinhas alimentadas com diferentes níveis dietéticos de energia metabolizável, vitamina D₃ e relação sódio:cloro

Table 2 - Feed intake, metabolizable energy intake and egg production in each fourteen days period and in the total experimental period of the hens fed different dietary levels of metabolizable energy, vitamin D₃ and sodium:chloride ratio

Item/Período <i>Period</i>	Nível de EM (kcal/kg) <i>ME level</i>			Nível de Vit. D (UI/kg) <i>Vit. D level</i>		Relação Na:Cl <i>Na:Cl ratio</i>	
	2900	3000	3100	500	2500	0,74:1	1,2:1
Consumo de ração <i>Feed intake</i>				g/ave/dia <i>g/hen/day</i>			
1	90,24	93,25	92,30	93,12	90,74	92,98	90,89
2	93,24	93,91	90,25	94,45	90,48	93,04	91,89
3	95,98	93,97	93,55	95,37	93,63	93,39	95,61
4	99,58	97,52	93,57	97,47	96,31	95,86	97,92
5	97,23	96,25	92,81	96,57	94,30	94,38	96,48
Total	95,25	94,98	92,49	95,40	93,09	93,93	94,56
Consumo de EM <i>ME intake</i>				kcal/ave/dia <i>kcal/hen/day</i>			
1	261,71 ^b	279,78 ^{ab}	286,13 ^a	279,37	272,37	278,89	272,86
2	270,39	281,66	279,76	283,27	271,27	278,91	275,62
3	278,35	281,92	290,00	286,08	280,77	279,94	286,91
4	288,77	292,56	290,07	292,18	288,75	287,33	293,61
5	281,97	288,76	287,71	289,54	282,76	283,10	289,20
Total	276,24	284,94	286,73	286,09	279,18	281,63	283,64
Produção de ovos <i>Egg production</i>				% ovos/ave/dia <i>% egg/hen/day</i>			
1	70,43	71,09	71,54	72,62	69,42	72,92	69,12
2	75,00	75,34	74,67	74,78	75,22	75,37	74,63
3	73,89	71,09	72,10	72,40	72,32	73,51	71,21
4	74,89	73,44	71,65	72,17	74,48	73,21	73,44
5	74,42	71,88	69,73	71,49	72,53	71,88	72,14
Total	73,72	72,57	71,94	72,69	72,79	73,38	72,11

Médias seguidas da mesma letra em cada linha e em cada fator não diferem pelo teste Tukey.
Means in the same row followed and in each factor by the same letter are not different by Tukey test.

de ração tenha diferido significativamente, para faixa de energia que variou de 2737 a 3322 kcal EM/kg de ração. No entanto, quando os níveis de EM de determinada faixa são mais distantes e se utilizam níveis considerados baixos, o consumo de EM pode variar entre os tratamentos.

A produção de ovos (Tabela 2) apresentou interação entre os níveis de EM e vitamina D no primeiro período experimental, cujo desdobramento dos tratamentos (não demonstrado) evidenciou efeito benéfico sobre essa característica, quando as galinhas receberam 2500 UI de vitamina D em associação com 3100 kcal de EM/kg de ração. Para todo o período experimental, observou-se que não ocorreram interação, nem diferenças entre os tratamentos. De maneira similar, JUNQUEIRA (1988) não observou efeito dos níveis de EM sobre a produção de ovos. Por outro lado, MORAES et al. (1991) constataram decréscimo na produção de ovos com o nível de 3100 kcal de EM/kg.

Os resultados para peso dos ovos, massa de ovos e conversão alimentar encontram-se na Tabela 3. Para peso dos ovos, os resultados evidenciaram diferenças entre os níveis de EM no primeiro e terceiro períodos, nos quais os menores pesos foram observados quando as galinhas receberam o nível de 3100 kcal/kg. O mesmo comportamento foi verificado no período experimental total.

Entre as relações Na:Cl, constatou-se diferença somente no segundo período, em que o menor valor para o peso dos ovos foi detectado com o uso da relação 1,2:1. O menor peso dos ovos, detectado com a utilização do nível de 3100 kcal de EM/kg, foi contrastante com as observações de CAREW et al. (1980), JUNQUEIRA (1988) e MORAES et al. (1991), os quais não verificaram mudanças no peso dos ovos, em função dos níveis energéticos utilizados nas dietas. Na característica massa de ovos, observou-se interação entre os níveis de EM e vitamina D no quinto período experimental, cujo desdobramento

Tabela 3 - Peso dos ovos, massa de ovos e índice de conversão alimentar em cada período de 14 dias e no período experimental total, de galinhas alimentadas com diferentes níveis dietéticos de energia metabolizável, vitamina D₃ e relação sódio:cloro

Table 3 - Egg weight, egg mass and feed:gain ratio in each fourteen days period and in the total experimental period of the hens fed different levels of metabolizable energy, vitamin D₃ and sodium:chloride ratio

Item/Período <i>Period</i>	Nível de EM (kcal/kg) <i>ME level</i>			Nível de Vit. D (UI/kg) <i>Vit. D level</i>		Relação Na:Cl <i>Na:Cl ratio</i>	
	2900	3000	3100	500	2500	0,74:1	1,2:1
Peso dos ovos <i>Egg weight</i>	g						
1	64,97 ^a	65,55 ^a	62,54 ^b	64,25	64,45	64,88	63,83
2	64,47	64,49	63,31	64,46	63,73	64,88 ^a	63,30 ^b
3	65,60	65,19 ^a	63,08 ^b	65,30	63,95	64,65	64,60
4	66,40	66,30	64,42	65,41	66,00	66,34	65,08
5	65,97	64,99	63,39	64,89	64,67	64,93	64,64
Total	65,49 ^a	65,30 ^a	63,35 ^b	64,87	64,56	65,14	64,29
Massa de ovos <i>Egg mass</i>	g/ave/dia <i>g/hen/day</i>						
1	45,80	46,56	44,86	46,75	44,73	47,32	44,16
2	48,38	48,55	47,19	48,14	47,95	48,83	47,25
3	48,45	46,31	45,53	47,29	46,24	47,50	46,03
4	49,73	48,65	46,18	47,20	49,17	48,59	47,78
5	49,10	46,66	44,19	46,42	46,88	46,68	46,62
Total	48,27	47,35	45,59	47,15	47,00	47,77	46,37
Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i>	kg ração/kg ovo <i>kg feed/kg egg</i>						
1	1,98	2,03	2,08	2,01	2,06	1,98	2,09
2	1,95	1,95	1,92	1,97	1,91	1,92	1,96
3	2,01	2,04	2,08	2,04	2,05	1,98	2,11
4	2,02	2,02	2,06	2,08	1,98	2,00	2,07
5	2,00	2,10	2,17	2,14	2,04	2,06	2,12
Total	1,99	2,03	2,06	2,05	2,01	1,99	2,07

Médias seguidas da mesma letra em cada linha e em cada fator não diferem pelo teste Tukey.
Means in the same row followed and in each factor by the same letter are not different by Tukey test.

dos tratamentos (não demonstrado) evidenciou menor massa de ovos, quando da utilização do menor nível de vitamina D, com o maior nível de EM da ração. No período experimental total, não se detectaram interação e diferenças entre os fatores estudados. O índice de conversão alimentar não foi alterado em função dos tratamentos aplicados. As características de desempenho podem ser prejudicadas na ausência ou deficiência de vitamina D na ração de poedeiras (SHEN et al., 1981). As relações Na:Cl utilizadas neste estudo não proporcionaram mudanças significativas nas características de desempenho, o que coincide com os trabalhos de ERNEST et al. (1975), HESS e BRITTON (1989) e CAMARGO FILHO (1994).

Os resultados que expressam a qualidade da casca dos ovos encontram-se na Tabela 4. Para a porcentagem de casca, observaram-se efeitos significativos dos níveis de vitamina D e relações Na:Cl no segundo período experimental, no qual os maiores

percentuais de casca foram obtidos quando as galinhas receberam as dietas com o nível de 2500 UI de vitamina D₃/kg e com a utilização da relação Na:Cl 1,2:1. Na análise do período experimental total, verificou-se maior percentual de casca com a utilização da relação Na:Cl 1,2:1. A espessura da casca diferiu entre os níveis de vitamina D e entre as relações Na:Cl no segundo período experimental, sendo que em ambos os casos maiores valores de espessura foram obtidos com a utilização dos níveis mais elevados destes dois fatores estudados. No quarto período, houve interação entre os fatores vitamina D e relação Na:Cl, cujo desdobramento dos tratamentos (não demonstrado) indicou que maiores valores de espessura foram obtidos com o uso da relação Na:Cl 0,74:1, em associação com 2500 UI de vitamina D/kg, ou com o emprego da relação Na:Cl 1,2:1, com o menor nível de vitamina D. No entanto, não foram detectadas interação e diferenças entre os tratamentos aplicados, quando da análise de todo o período experi-

Tabela 4 - Porcentagem de casca, espessura de casca e densidade aparente do ovo em cada período de 14 dias e no período experimental total, de galinhas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável, vitamina D₃ e relação sódio:cloro

Table 4 - Shell percent, shell thickness and egg specific gravity in each fourteen days period and in the total experimental period of the hens fed different levels of metabolizable energy, vitamin D₃ and sodium:chloride ratio

Item/Período Period	Nível de EM (kcal/kg) ME level			Nível de Vit. D (UI/kg) Vit. D level		Relação Na:Cl Na:Cl ratio	
	2900	3000	3100	500	2500	0,74:1	1,2:1
Porcentagem da casca Shell percentage	%						
1	8,81	8,79	8,87	8,78	8,86	8,77	8,87
2	8,76	8,70	8,62	8,60 ^b	8,79 ^a	8,60 ^b	8,79 ^a
3	8,80	8,71	8,69	8,70	8,77	8,68	8,79
4	8,68	8,59	8,58	8,59	8,65	8,51	8,72
5	8,59	8,66	8,54	8,51	8,68	8,51	8,68
Total	8,73	8,69	8,66	8,63	8,75	8,61 ^b	8,77 ^a
Espessura de casca Shell thickness	mm						
1	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
2	0,34	0,33	0,33	0,33 ^b	0,34 ^a	0,33 ^b	0,34 ^a
3	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
4	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
5	0,34	0,33	0,33	0,33	0,34	0,33	0,34
Total	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Densidade aparente Specific gravity	g/mLH ₂ O						
1	1,082	1,081	1,082	1,081	1,082	1,081	1,082
2	1,080	1,080	1,079	1,079 ^b	1,081 ^a	1,079	1,080
3	1,082	1,081	1,081	1,081	1,082	1,081	1,082
4	1,080	1,080	1,080	1,080	1,081	1,080	1,081
5	1,080	1,081	1,081	1,080	1,081	1,080	1,081
Total	1,081	1,081	1,081	1,080	1,081	1,080 ^b	1,081 ^a

Médias seguidas da mesma letra em cada linha e em cada fator não diferem pelo teste Tukey.
Means in the same row followed and in each factor by the same letter are not different by Tukey test.

mental. A densidade aparente dos ovos evidenciou diferença entre os níveis de vitamina D, no segundo período experimental, indicando melhor densidade aparente, quando da utilização de 2500 UI/kg. No quarto período, registrou-se interação entre os fatores vitamina D e a relação Na:Cl, cujo desdobramento dos tratamentos (não demonstrado) registrou comportamento idêntico ao descrito para a característica espessura da casca. Considerando o período experimental total, verificou-se efeito significativo das relações Na:Cl sobre a densidade aparente dos ovos, em que o maior valor para essa característica foi obtido com o emprego da relação Na:Cl 1,2:1.

A constatação de que os níveis de EM adotados neste experimento não proporcionaram mudanças nas características de qualidade da casca equiparou-se aos resultados obtidos por CAREW et al. (1980), JUNQUEIRA (1988) e MORAES et al. (1991). Os resultados obtidos por SUGAHARA (1993), embora animadores, deverão ser considerados do ponto vista

prático, econômico e condições criatórias brasileiras, uma vez que esse autor utilizou o nível de 3313 kcal de EM/kg de ração para obter redução do percentual de ovos com casca fina. Este valor de EM não é praticado em nível de exploração comercial de ovos.

Considerando todo o período experimental, os resultados obtidos com a utilização da vitamina D, em relação à espessura da casca e densidade aparente do ovo, foram semelhantes às observações de YANNAKOPOULOS e MORRIS (1979), os quais não constataram diferenças ao empregarem níveis de 1500 a 6000 UI de vitamina D/kg de ração para galinhas com 64 semanas de idade. Por outro lado, SHEN et al. (1981) verificaram que a qualidade da casca dos ovos foi comprometida em galinhas que não receberam a suplementação da vitamina na dieta. Os autores ressaltaram que, em condições comerciais de criação, os baixos níveis de vitamina D na ração podem resultar em deficiência absoluta.

A melhoria detectada nas características porcen-

tagem de casca e densidade aparente dos ovos, com a utilização da relação Na:Cl 1,2:1 nas dietas, coincide com os resultados de AUSTIC e KESHAVARZ (1984) e HESS e BRITTON (1989). Por outro lado, alguns relatos da literatura não constataram alteração nas características de qualidade da casca dos ovos (ERNEST et al., 1975; HESS e BRITTON, 1989; e CAMARGO FILHO, 1994). Importantes considerações sobre o equilíbrio ácido-base da dieta para poedeiras são realizadas por MILES e BUTCHER (1998), os quais comentam que parece haver padrão definido na resposta que os miliequivalentes da dieta exercem sobre a qualidade da casca dos ovos, exclusivamente quando ocorre o aumento de um valor abaixo de 190 mEq/kg para outro valor próximo ou superior a 190 mEq/kg. Quando a dieta já contém um valor maior que 190 mEq/kg, não será observado benefício para a qualidade da casca dos ovos. No presente experimento, a melhoria da qualidade da casca com a utilização da relação sódio:cloro 1,2:1 pode ser explicada com base nas considerações de MILES e BUTCHER (1998).

Os resultados de determinados constituintes sanguíneos encontram-se na Tabela 5. O pH não foi alterado em função das relações Na:Cl. No entanto, houve interação entre os fatores níveis de EM e vitamina D, cujo desdobramento dos tratamentos

(não demonstrado) indicou menor valor para o pH, quando da associação de 2500 UI de vitamina D com 3000 kcal de EM/kg de ração. A pO_2 foi reduzida com a utilização do nível de 2500 UI de vitamina D/kg, não sendo alterada pelos outros fatores estudados. A característica pCO_2 não foi influenciada pelos níveis de vitamina D, mas apresentou interação entre os outros dois fatores, cujo desdobramento dos tratamentos (não demonstrado) indicou menores valores de pCO_2 , quando da associação de 3100 kcal de EM/kg, com a relação Na:Cl 1,2:1. As características bicarbonato, excesso de base, hemácias e hematócrito não foram modificadas pela relação Na:Cl, mas apresentaram interações entre os fatores vitamina D e níveis de EM, indicando que os dois níveis mais elevados de EM em associação aos níveis de vitamina D proporcionaram redução nos valores das referidas variáveis (não demonstrado). A concentração de leucócitos foi reduzida quando da utilização da relação Na:Cl 0,74:1 e a de hemoglobina também foi reduzida quando as galinhas receberam 2900 kcal de EM/kg em comparação com o nível de 3100 kcal/kg.

As relações Na:Cl e os níveis de cloro utilizados nesse estudo não proporcionaram mudanças nos indicadores sanguíneos do balanço ácido-base, provavelmente em função do nível de cloro dietético não ultrapassar 0,22%. Níveis mais elevados de cloro

Tabela 5 - Valores médios de pH, pO_2 , pCO_2 , bicarbonato, excesso de base, hemácias, leucócitos, hemoglobina e hematócrito de galinhas alimentadas com diferentes níveis dietéticos de energia metabolizável, vitamina D_3 e relação sódio:cloro

Table 5 - Means of pH, pO_2 , pCO_2 , bicarbonate, base excess, erythrocytes, leucocytes, haemoglobin and haematocrit of the hens fed different levels of metabolizable energy, vitamin D_3 and sodium:chloride ratio

Item/Período <i>Period</i>	Nível de EM (kcal/kg) <i>ME level</i>			Nível de Vit. D (UI/kg) <i>Vit. D level</i>		Relação Na:Cl <i>Na:Cl ratio</i>	
	2900	3000	3100	500	2500	0,74:1	1,2:1
pH	7,38	7,37	7,33	7,37	7,34	7,36	7,35
pO_2 , mmHg	64,00	64,38	64,31	67,58a	60,88b	63,50	64,96
pCO_2 , mmHg	42,06	38,63	32,81	39,17	36,50	38,38	37,29
Bicarbonato, mEq/L <i>Bicarbonate</i>	24,68	22,08	19,34	22,86	21,21	22,19	21,88
Excesso de base, mEq/L <i>Base excess</i>	2,72	0,66	-2,03	1,54	-0,63	0,49	0,42
Hemácias, cel/mm ³ <i>Erythrocytes</i>	2699	2631	2768	2640	2738	2694	2685
Leucócitos, cel/mm ³ <i>Leucocytes</i>	12.756	11.769	12.045	12.155	12.225	11.554 ^b	12.826 ^a
Hemoglobina, g/100mL <i>Haemoglobin</i>	12,44 ^b	13,08 ^{ab}	13,42 ^a	12,79	13,17	13,21	12,74
Hematócrito, % <i>Haematocrit</i>	28,56	29,13	28,81	28,63	29,04	28,71	28,96

Médias seguidas da mesma letra em cada linha e em cada fator não diferem pelo teste Tukey.

Means in the same row followed and in each factor by the same letter are not different by Tukey test.

(0,86 ou 0,90%) correspondem à relações Na:Cl menores e resultam em decréscimo nos valores de pH e bicarbonato, conforme observações realizadas por AUSTIC e KESHAVARZ (1984) e KESHAVARZ e AUSTIC (1990).

Todas as características avaliadas no presente estudo em relação aos constituintes sanguíneos apresentaram valores considerados normais, segundo ZINKL (1986) e MACARI et al. (1994).

Conclusões

A utilização de níveis de EM acima daqueles normalmente praticados na alimentação comercial de poedeiras não resultou em benefícios para o desempenho e a qualidade externa dos ovos.

As características de desempenho e de qualidade externa dos ovos não foram afetadas pelos níveis de vitamina D empregados nesse estudo. No entanto, constata-se, atualmente, preocupação quanto ao uso de níveis acima de 2000 UI/kg de ração, considerados mais seguros.

As galinhas alimentadas com as rações contendo a relação Na:Cl 1,2:1 produziram ovos com melhor qualidade de casca, expressa pelos valores mais elevados de porcentagem de casca e densidade aparente dos ovos. Em razão de a manipulação da dieta ser simples, prática e econômica, o assunto é merecedor de novas investigações.

Os tratamentos aplicados não prejudicaram as características sanguíneas que expressam a homeostasia das poedeiras.

Referências Bibliográficas

- AUSTIC, R.E., KESHAVARZ, K. Dietary electrolytes and eggshell quality. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1984, Syracuse. *Proceedings...* Syracuse, 1984. p.63-69.
- CAMARGO FILHO, B. *Os efeitos das fontes e níveis de sódio, cloro e potássio e da relação (Na+K)/Cl, sobre o desempenho e componentes sanguíneos de poedeiras comerciais*. Jaboticabal, SP: FCAVJ, 1994. 48p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1994.
- CAREW JR, B.L., FOSS, D.C., BEE, D.E. 1980. Dietary energy concentration effect on performance of white leghorn hens at various densities cages. *Poult. Sci.*, 59(5):1090-98.
- COHEN, I., HURWITZ S., BAR, A. 1972. Acid-base balance and sodium to chloride ratio in diets of laying hens. *J. Nutr.*, 102(1):1-8.
- ERNST, R.A., FRANK, F.R., PRICE, F.C. et al. 1975. The effect of feeding low chloride diets with added sodium bicarbonate on egg shell quality and other economic traits. *Poult. Sci.*, 54(1):270-4.
- ESTAT 2.0. *Sistema de análise estatística*. Jaboticabal: Polo

- Computacional - Departamento de Ciências Exatas-UNESP. s.d. FEEDSTUFFS 1995. Reference issue, 67(30):1-262.
- HESS, J.B., BRITTON, W.M. 1989. The effect of dietary chloride or protein changes on eggshell pimpling and shell quality in late production leghorn hens. *Nutr. Rep. Int.*, 40(6):1107-15.
- JAIN, N.C. 1986. Hematologic techniques. In: _____. *Schalm's veterinary hematology*. Philadelphia: Lea & Febiger. 4.ed. p.20-86.
- JUNQUEIRA, O.M. *Contribuição para o estudo do metabolismo de alguns minerais nas galinhas poedeiras*. Jaboticabal, SP: FCAVJ, 1988. 101p. Tese (Livre-Docência) - Universidade Estadual Paulista, 1988.
- KESHAVARZ, K., AUSTIC, R.E. 1990. Effect of dietary minerals on acid-base balance and eggshell quality in chickens. *J. Nutr.*, 120:1360-9.
- LEESON, S., DIAZ, G., SUMMERS, J.D. 1995. *Poultry metabolic disorders and mycotoxins*. Guelph: University Books. 352p.
- LEESON, S., SUMMERS, J.D. 1991. *Commercial poultry nutrition*. Guelph: University Book. 238p.
- MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. 1994. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP. 296p.
- MANUAL da linhagem Hy-Line. 1995. Granjas Ito. 21p.
- MILES, R.D., BUTCHER, G.D. 1998. Cationes & aniones. *Industria avícola*, 45(1):50-1.
- MORAES, V.M.B., MACARI, M., FURLAN, R.L. et al. 1991. Effect of different energy intake on egg production by laying in tropical weather. *Ars Vet.*, 7(2):87-93.
- MORENG, R.E., AVENS, J.S. 1990. *Ciência e produção de aves*. São Paulo: Roca. 380p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1994. *Nutrient requirements of poultry*. 9.ed. Washington: National Academy Science. 155p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1984. *Nutrient requirements of poultry*. 8.ed. Washington: National Academy Science. 71p.
- ROSTAGNO, H.S., SILVA, D.J., COSTA, P.M.A. et al. 1985. *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas Brasileiras)*. Viçosa: Imprensa Universitária. 59p.
- SCOTT, M.L., NESHEIM, M.D., YOUNG, R.J. 1982. *Nutrition of the chicken*. Ithaca: M.L. Scott & Associates. 562p.
- SHEN, H., SUMMERS, J.D., LEESON, S. 1981. Egg production and shell quality of layers fed various levels of vitamin D₃. *Poult. Sci.*, 60(7):1485-90.
- SUGAHARA, M. Fisiologia nutricional de poedeiras. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS-APA, 3, 1993, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 1993, p.15-27.
- TSANG, C.P.W., DAGHIR, N.J. 1990. Research note: The effect of 1 α , 25-dihydroxyvitamin D₃ added to a layer diet containing adequate amounts of vitamin D₃ on the performance of layers. *Poult. Sci.*, 69(10):1822-25.
- YANNAKOPOULOS, A.L., MORRIS, T.R. 1979. Effect of light, vitamin D and dietary phosphorus on egg-shell quality late in the pullet laying year. *Br. Poult. Sci.*, 20(3):337-42.
- ZINKL, J.G. 1986. Avian hematology. In: JAIN, N.C. *Schalm's veterinary hematology*. Philadelphia: Lea & Febiger. 4.ed. p.256-273.

Recebido em: 22/03/99

Aceito em: 16/08/99