

# Fontes e níveis de sódio em rações de poedeiras comerciais

**Otto Mack Junqueira<sup>1\*</sup>, Marcelo de Oliveira Andreotti<sup>1</sup>, Douglas Emygdio de Faria<sup>2</sup>, Eliana Aparecida Rodrigues<sup>1</sup> e Lúcio Francelino Araújo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Zootecnia, FCAVJ, Universidade Estadual Paulista, Via de acesso Prof. Dr. Paulo Donato Castellane, s/n. Jaboticabal, São Paulo, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, FZEA, Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. e-mail: ottomack@fcav.unesp.br

**RESUMO.** Com o objetivo de determinar o efeito de níveis e de fontes de sódio sobre o desempenho de poedeiras, gravidade específica dos ovos e parâmetros plasmáticos e sanguíneos, foram utilizadas 200 galinhas poedeiras, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 5 repetições de 10 aves cada. Os dois primeiros tratamentos consistiram da adição de 0,37% e 0,67% de NaCl. No terceiro e quarto tratamentos, incluiu-se 0,41% de bicarbonato de sódio e 0,34% de sulfato de sódio, respectivamente, em adição à dieta que continha 0,37% de NaCl. No primeiro tratamento, o nível de sódio total foi de 0,17% e nos restantes 0,28%. As médias obtidas para peso e massa de ovos, consumo de ração e conversão alimentar, foram semelhantes estatisticamente ( $p>0,05$ ). A gravidade específica dos ovos melhorou ( $p<0,05$ ), quando se elevou o nível de sódio dietético de 0,17% para 0,28%, independente do conteúdo de cloro ou mesmo da relação Na/Cl. Os níveis de sódio não proporcionaram efeitos significativos sobre o fósforo e cálcio plasmático. Os valores sanguíneos de pH,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{pCO}_2$  denotaram uma sensibilidade acentuada das aves às fontes e níveis de sódio, sendo que os maiores valores obtidos ocorreram quando se adicionou o bicarbonato de sódio à dieta.

**Palavras-chave:** galinhas poedeiras, gravidade específica, parâmetros sanguíneos, sódio.

**ABSTRACT. Sources and levels of sodium in the diet of laying hens.** With the aim to evaluate the sources and levels of sodium on performance and blood constituents of laying hens. 200 hens were used in an experimental design that involved 4 treatments of 5 replications and 10 hens each. The first two treatments involved the addition of 0.37% and 0.67% of NaCl. The third and the fourth treatment consisted in the addition of 0.41% of sodium bicarbonate and 0.34% of sodium sulfate in the diet contained 0.37% of NaCl. In the first treatment the total sodium level was 0.17% and in the remained treatments was 0.28%. It was not observed a statistical difference between treatments for egg mass, egg weight, feed intake and feed conversion ( $p>0,05$ ). Specific gravity was improved ( $p<0,05$ ) in the higher sodium level, independently of the chlorine content or Na/Cl ration. Dietary sodium levels did not affect phosphorus and calcium plasma. The values from blood pH,  $\text{HCO}_3^-$  and  $\text{pCO}_2$  showed the sensibility of hens for these parameters, so that, the higher values were obtained when the sodium bicarbonate were added in the diet. On the other hand, it was impossible to establish a relation between these values and egg specific gravity.

**Key words:** laying hens, specific gravity, blood parameters, sodium.

## Introdução

O requerimento de cloreto de sódio pelas poedeiras é primariamente um requerimento de sódio (Burns *et al.*, 1952; McDonald, 1962). Burns *et al.* (1952), usando como parâmetros a produção de ovos, ecolidibilidade e peso corporal, sugeriram que o requerimento diário de sódio para poedeiras é de 0,76g/kg, ao passo que Vogt *et al.* (1971) sugeriram 1g/kg durante todo o ciclo de produção de ovos. Níveis mais baixos que os descritos limitam a produção de ovos (McDonald, 1962; Whitehead e

Shannon, 1974; Harms, 1991). Ainda Whitehead e Sharp (1976) mostraram que uma dieta contendo 0,038% de sódio pode ser usada para induzir a pausa quando a ave se encontra no final do ciclo de produção.

Segundo Leeson e Summers (2001), o requerimento de sódio por galinhas poedeiras é de 0,17% a 0,19% da dieta, e que acima de 0,35% de sódio as aves aumentam o consumo de água, e acima de 0,5% da dieta ocorre toxidez nas aves.

Deficiências de sódio na ração de galinhas em postura têm provocado grande redução no consumo de ração, na produção de ovos, no peso dos ovos e no peso corporal (Kuchinski *et al.*, 1997). Por outro lado, o consumo excessivo de água e o consequente aumento da umidade do esterco são causados pelo fornecimento excessivo de sódio, que em concentrações superiores às recomendadas pode tornar-se um problema extremamente sério (Hooge, 1999).

Choi e Han (1983) conduziram um experimento utilizando dois níveis de fósforo total dietético (0,30% e 0,75%) e três diferentes níveis de suplementação de sódio (0,35% de NaCl; 1,40% de NaCl e 0,35% de NaCl mais 1,50% de NaHCO<sub>3</sub>). Uma significante ( $p < 0,05$ ) interação foi encontrada entre os níveis de fósforo e sódio. Assim, o mais alto nível de sódio, oriundo do cloreto de sódio ou do bicarbonato resultou em redução na taxa de produção de ovos, quando as aves se alimentaram com a dieta contendo a menor quantidade de fósforo; porém, essa taxa foi aumentada quando a dieta continha o mais alto nível de fósforo. A adição do bicarbonato de sódio à dieta, contendo 0,30% de fósforo total, resultou em decréscimo do consumo de ração. Não verificou-se nenhum efeito dos tratamentos sobre o peso do ovo e peso de suas cascas.

O trabalho de Miles e Harms (1982) indicou que a adição de bicarbonato de sódio na dieta resultou em decréscimo no conteúdo em fósforo plasmático e concomitante aumento na gravidade específica dos ovos. Por sua vez, Balnave e Maheereza (1997) mostraram que galinhas poedeiras submetidas a altas temperaturas melhoraram a qualidade da casca dos ovos, quando as aves tiveram acesso ao NaHCO<sub>3</sub>, durante o período de formação dos ovos.

Sauveur e Mongin (1978) afirmaram que a concentração ideal de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> não pode ser determinada independentemente, já que existe uma íntima correlação entre esses três íons, e que uma alteração da relação sódio/cloro pode provocar uma acidose ou alcalose metabólica (Cohen *et al.*, 1972).

Junqueira *et al.* (1984) conduziram três experimentos na tentativa de verificarem as inter-relações entre o cloreto de sódio, bicarbonato de sódio, cálcio e fósforo na dieta de poedeiras comerciais. Os autores verificaram que as suplementações de 0,37% e 1,11% de cloreto de sódio nas dietas não afetaram o desempenho das aves, exceto a produção de ovos, que foram melhores quando as aves se alimentaram com dieta contendo 0,37% de cloreto de sódio. A adição de 1,60% de bicarbonato, em dietas que não continham

cloreto de sódio, resultou na diminuição do desempenho das aves em todos os experimentos. Uma alta taxa de mortalidade foi verificada quando as aves ingeriram rações com baixo conteúdo em cloro. Os conteúdos em fósforo e cálcio plasmáticos não foram afetados pelos níveis e fontes de sódio. O pH sanguíneo, excesso de base, bicarbonato e dióxido de carbono total foram significativamente aumentados quando as aves receberam as dietas contendo bicarbonato de sódio, sendo esses dados inversamente correlacionados com os níveis de fósforo dietético.

O objetivo deste experimento foi o de investigar os efeitos de três fontes e dois níveis de sódio dietético sobre os parâmetros produtivos e constituintes plasmáticos de galinhas poedeiras.

## Material e métodos

Um experimento foi conduzido com duração de oito semanas, utilizando-se 200 galinhas poedeiras com 48 semanas de idade, alojadas em gaiolas individuais.

Uma ração basal (Tabela 1) foi formulada para conter 17,5% de proteína bruta, 2750kcal EM/kg, 3,6% de cálcio e 0,55% de fósforo total, de acordo com as especificações de Harms (1979a). A ração foi fornecida à vontade, e o programa de luz utilizado (luz natural + artificial) foi de 16 horas.

A água foi fornecida por um sistema de fluxo contínuo durante 15 minutos a cada 2 horas, das 6h às 20h.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado envolvendo quatro tratamentos com 5 repetições de 10 aves cada uma. Os dois primeiros tratamentos consistiram de adição de 0,37% e 0,67% de cloreto de sódio. No terceiro e quarto tratamentos, incluiu-se a adição de 0,41% de bicarbonato de sódio e 0,34% de sulfato de sódio, respectivamente, em adição à uma dieta que continha 0,37% de cloreto de sódio. No primeiro tratamento, o nível de sódio total foi de 0,17%, sendo que nos restantes esse nível foi de 0,28%. O nível de cloro dietético foi de 0,26% no primeiro, terceiro e quarto tratamentos, e de 0,44% no segundo tratamento.

A produção de ovos e o consumo de ração foram registrados diariamente e a intervalos de uma semana, respectivamente, e, posteriormente, foi realizado o cálculo da conversão alimentar. A gravidade específica, e o peso dos ovos foram determinados em todos os ovos produzidos a cada sete dias, durante as oito semanas de duração do experimento. Para a avaliação da gravidade específica, adotou-se o procedimento com o uso de

soluções de NaCl, com densidade variando de 1,060 a 1,095g/cm<sup>3</sup> e com gradiente de 0,005 entre as medidas. Essas soluções foram preparadas conforme recomendações de Moreng e Avens (1990).

A massa dos ovos foi obtida por meio da multiplicação da produção de ovos (%) pelo seu peso médio (g).

Amostras de sangue de 12 aves por tratamento foram colhidas por meio de punção cardíaca e acondicionadas em seringas heparinizadas, observando-se que a colheita foi realizada no momento da oviposição e somente naquelas aves que puseram ovos no dia anterior. À medida que se procedia a colheita de sangue, as seringas, juntamente com as agulhas, eram imersas em gelo. Dentro de duas horas após a colheita, as amostras foram analisadas para pH, íons bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e conteúdo total em CO<sub>2</sub>, por meio do aparelho Blood Gas Analyser modelo IL-813.

**Tabela 1.** Composição percentual da ração basal

Ingredientes	%
Milho moído	64,43
Farelo de soja (48,5%)	24,24
Calcário calcítico	8,37
Fosfato bicálcico	1,39
Suplemento vit. Mineral*	0,60
Metionina DL-99%	0,19
Porção variável **	0,78
Análise Calculada:	
Proteína bruta (%)	17,43
Energia metabolizável (kcal/kg)	2750
Cálcio (%)	3,60
Fósforo total (%)	0,55
Sódio (%)	0,037
Cloro (%)	0,04

\* Suprido por quilograma de ração: Vitamina A 6 000U.I/ Vitamina D<sub>3</sub> 200 U.I/ Bissulfito de menadiona 2,2mg/ Riboflavina 4,4mg/ Ácido pantoténico 13,2mg/ Niacina 39,6mg/ Colina 499mg/ Vitamina B<sub>12</sub> 22mcg/ Etoxiquin 125mg/ Manganês 50mg/ Ferro 50mg/ Cobre 6mg/ Cobalto 0,198mg/ Iodo 1,1mg/ Zinco 35mg; \*\* A porção variável se constitui de: cloreto de sódio, bicarbonato de sódio, sulfato de sódio e areia lavada

Após as análises de gases sanguíneos, as amostras foram centrifugadas, e 1ml de plasma foi desproteinizado com 4ml de uma solução de ácido tricloroacético a 10%. O fósforo inorgânico plasmático foi determinado, utilizando-se o espectrofotômetro Perkin-Elmer UV-vis, modelo 139, de acordo com os procedimentos descritos por Harris e Popat (1954). O cálcio plasmático foi determinado de acordo com o método de Slavin (1964), utilizando-se o espectrofotômetro de absorção atômica Perkin-Elmer, modelo 306.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância, e, em caso de significância estatística, utilizou-se o Teste de Duncan a 5% de probabilidade, como teste de comparação de médias.

## Resultados e discussão

Os resultados obtidos para a produção, peso, massa e gravidade específica dos ovos, consumo de ração e conversão alimentar são apresentados na Tabela 2.

A dieta com menor nível em sódio e aquela com a adição de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> foram as que proporcionaram as menores produções de ovos. No entanto, as médias entre todos os tratamentos estudados não diferiram entre si. Da mesma forma, as médias obtidas para peso e massa dos ovos e consumo de ração foram bastante semelhantes, não havendo possibilidade de inferir qualquer tendência que pudesse indicar um possível efeito de tratamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Peruzzi *et al.* (2000), quando estudaram o efeito dos níveis dietéticos de sódio sobre os parâmetros de desempenho.

Hamilton e Thompson (1980), por outro lado, constataram uma diminuição do consumo de ração e como consequência, uma diminuição da produção de ovos e da eficiência alimentar, quando as galinhas se alimentaram com uma dieta em que a relação (Na + Ca)/Cl era 0,40. No entanto, deve-se considerar que os autores obtiveram essa relação adicionado 0,646% de cloreto de sódio e 3,06% de cloreto de cálcio anidro, o que totalizou 0,29% de sódio, 0,213% de cloro e 0,562% de potássio, sendo este último oriundo das próprias matérias-primas utilizadas na dieta. Efetuando-se o cálculo, levando em consideração apenas o conteúdo em sódio e em cloro, verifica-se uma relação Na/Cl adotada igual a 0,14%, o que é bastante inferior àquela relação adotada neste ensaio, quando se obteve a menor relação no tratamento em que se adicionou 0,67% de NaCl.

Desconsiderando-se o conteúdo de potássio de todas as dietas estudadas por Hamilton e Thompson (1980), verifica-se ainda que as relações Na/Cl, em que se obteve os melhores resultados de desempenho das aves, estiveram entre 0,40 a 0,67, sendo o valor extremo superior semelhante ao daquelas dietas aqui estudadas, as quais continham 0,37% e 0,67% de cloreto de sódio.

Resultados semelhantes aos obtidos neste experimento foram observados por Choi e Han (1983), que não verificaram efeitos das dietas que continham 0,35% e 1,40% de NaCl e ainda com 0,35% de NaCl + 1,50% de NaHCO<sub>3</sub>, sobre a taxa de produção e peso dos ovos. Apesar desses parâmetros terem sido inalterados, os autores observaram que a adição de NaHCO<sub>3</sub> à dieta que continha 0,35% de NaCl resultou em uma significante redução no consumo de ração.

Apesar de Junqueira *et al.* (1984) não terem verificado uma influência do nível de NaCl sobre os parâmetros produtivos de poedeiras leves, os autores citam uma melhor produção de ovos quando as aves se alimentaram com uma dieta contendo 0,37% de cloreto de sódio em relação àquelas que receberam a dieta contendo 1,10% daquele sal. Os mesmos autores verificaram diminuição na postura e alta mortalidade das aves que ingeriram a dieta contendo 1,6% de NaHCO<sub>3</sub>. Porém, há que se considerar que nessa dieta não se adicionou cloreto de sódio, tendo os autores admitido que o resultado adverso tenha sido resultado de uma alcalose metabólica.

A gravidade específica dos ovos foi afetada ( $p<0,05$ ) pelos tratamentos, tendo-se observado uma significante melhora nesse parâmetro quando se elevou o nível de sódio dietético de 0,17% para 0,28%, independente do conteúdo em cloro ou mesmo da relação Na/Cl. Muito embora não se tenha isolado o efeito da fonte de sódio, infere-se que o elemento atua de maneira decisiva sobre a qualidade externa dos ovos, medida em termo de gravidade específica, independentemente do composto em que ele está contido. Os trabalhos de Miles e Harms (1982) indicaram que a adição de bicarbonato de sódio na dieta resultou em aumento na gravidade específica dos ovos. Posteriormente, Choi e Han (1983) não puderam constatar o mesmo efeito benéfico da elevação do nível de sódio dietético, quer pela adição de cloreto de sódio, quer pela adição de bicarbonato de sódio, muito embora o parâmetro indicativo de qualidade da casca dos ovos tenha sido seu peso e não a gravidade específica. Recentemente, Peruzzi *et al.* (2000), utilizando diferentes níveis de sódio pela adição de NaCl, não

constataram efeito benéfico da elevação do nível de sódio dietético sobre a gravidade específica dos ovos.

Apesar de a análise de variância não ter revelado um efeito significativo ( $P\geq 0,05$ ) de tratamento sobre o fósforo plasmático (Tabela 3), pode-se verificar uma diminuição desse elemento no plasma das aves que receberam todas as dietas com 0,28% de sódio dietético, independentemente também do nível de cloro e da relação Na/Cl da dieta.

Não se efetuou uma análise de correlação entre a gravidade específica dos ovos e o conteúdo em fósforo plasmático das aves. Verifica-se, contudo, que esses dois parâmetros se comportam de maneira semelhante em resposta à suplementação de sódio. Miles e Harms (1982) verificaram que a elevação do nível de sódio às custas do bicarbonato de sódio resultou em decréscimo no conteúdo em fósforo plasmático e concomitante aumento na gravidade específica dos ovos.

Atribui-se ao bicarbonato de sódio a propriedade de elevar a gravidade específica dos ovos. Harms (1979b) indicou que esse efeito se dá em virtude do aumento da relação Na/Cl da dieta com consequente efeito sobre o metabolismo do fósforo. A explanação mais plausível para essa relação entre o fósforo plasmático e a gravidade específica dos ovos é de Miles (1980), na qual o autor afirma que o sódio da dieta, ao se adentrar à corrente circulatória, se combina com o fósforo plasmático, dando formação ao fosfato de sódio e, como consequência, facilitando a sua eliminação pelos rins. Dessa forma, a diminuição do fósforo plasmático traz efeitos benéficos à incorporação do cálcio ao íon carbonato, com consequente elevação da síntese de carbonato de cálcio.

**Tabela 2.** Efeito dos níveis e fontes de sódio sobre o desempenho de poedeiras comerciais

Tratamentos	Na total (%)	Cl total (%)	Relação Na/Cl	Produção de ovos (%)	Peso dos ovos (g)	Consumo de ração (g/ave/dia)	Conversão alimentar (kg/dz)	Massa de ovos (g)	Gravidade específica
0,37% NaCl	0,17	0,26	0,65	78,4 <sup>a</sup>	61,3 <sup>a</sup>	98,4 <sup>a</sup>	1,98 <sup>a</sup>	48,1 <sup>a</sup>	1,080 <sup>b</sup>
0,67% NaCl	0,28	0,44	0,61	81,3 <sup>a</sup>	61,8 <sup>a</sup>	99,3 <sup>a</sup>	1,89 <sup>a</sup>	50,2 <sup>a</sup>	1,081 <sup>a</sup>
0,37% NaCl + 0,41% NaHCO <sub>3</sub>	0,28	0,26	1,08	80,8 <sup>a</sup>	62,0 <sup>a</sup>	100,8 <sup>a</sup>	1,91 <sup>a</sup>	50,0 <sup>a</sup>	1,081 <sup>a</sup>
0,37% NaCl + 0,34% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,28	0,26	1,08	78,9 <sup>a</sup>	61,6 <sup>a</sup>	98,1 <sup>a</sup>	2,03 <sup>a</sup>	48,6 <sup>a</sup>	1,081 <sup>a</sup>
CV (%)				7,89	5,85	6,66	7,31	6,38	3,05

Na mesma coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ( $p>0,05$ )

**Tabela 3.** Efeito dos níveis e fontes de sódio sobre os parâmetros plasmáticos e sanguíneos de poedeiras comerciais

Tratamentos	Na total (%)	Cl total (%)	Relação Na/Cl	Plasma (mg/100ml)		Sangue		
				Ca	P	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (meq/L)	pCO <sub>2</sub> (mmHg)
0,37% NaCl	0,17	0,26	0,65	28,21 <sup>a</sup>	4,34 <sup>a</sup>	7,43 <sup>b</sup>	26,3 <sup>a</sup>	27,2 <sup>a</sup>
0,67% NaCl	0,28	0,44	0,61	29,83 <sup>a</sup>	4,01 <sup>a</sup>	7,41 <sup>c</sup>	28,0 <sup>b</sup>	29,0 <sup>b</sup>
0,37% NaCl + 0,41% NaHCO <sub>3</sub>	0,28	0,26	1,08	27,47 <sup>a</sup>	3,96 <sup>a</sup>	7,57 <sup>a</sup>	37,8 <sup>a</sup>	39,3 <sup>a</sup>
0,37% NaCl + 0,34% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,28	0,26	1,08	28,36 <sup>a</sup>	4,10 <sup>a</sup>	7,41 <sup>c</sup>	26,1 <sup>c</sup>	27,5 <sup>c</sup>
CV (%)				8,31	5,32	6,85	7,00	6,89

Na mesma coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ( $p>0,05$ )

Os resultados encontrados evidenciam que ao aumento da gravidade específica dos ovos foi uma função direta da elevação do sódio dietético, o que torna possível conceber que o bicarbonato de sódio pode possuir a propriedade de elevar a qualidade da casca dos ovos, em virtude do sódio e não do radical carbonato de sua molécula. Nesse sentido, Hodges e Lörcher (1967) investigaram o destino do C-bicarbonato em dietas de galinhas poedeiras, tendo reportado que o bicarbonato no sistema circulatório não se constitui no maior precursor do carbonato da casca dos ovos, sugerindo, portanto, que a célula uterina é a responsável pela formação do ion carbonato de cálcio que se incorpora ao cálcio para formar o carbonato de cálcio da casca do ovo. Outros experimentos também demonstraram os mesmos achados de Hodges e Lörcher (1967); Lörcher e Hodges (1969); Lörcher *et al.* (1970a,b); Hunt (1970); Cipera (1980).

O cálcio plasmático (Tabela 3) permaneceu inalterado em todas as aves, independente da dieta oferecida, observando-se apenas uma leve diminuição do seu conteúdo naquelas que receberam a dieta em que se adicionou o bicarbonato de sódio.

Observou-se uma significante variação nos valores sanguíneos de pH,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{pCO}_2$  (Tabela 3) das aves que receberam os diferentes tratamentos, o que denota uma sensibilidade acentuada das aves aos diferentes níveis e fontes de sódio.

Os menores valores para pH foram obtidos por parte daquelas aves que receberam as dietas contendo 0,67% de NaCl e 0,37% de NaCl + 0,34% de NaSO<sub>4</sub>, sendo o maior valor obtido quando se adicionou 0,41% de NaHCO<sub>3</sub>, à dieta contendo 0,37% de NaCl. De maneira geral, o maior valor obtido para pH está associado também a maiores valores para  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{pCO}_2$ .

Os trabalhos de Cohen *et al.* (1972) revelaram também que os valores de pH,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{pCO}_2$ , da ave são facilmente modificados com as alterações dos níveis de sódio e cloro da dieta. Da mesma forma, os autores verificaram um menor valor de pH sanguíneo quando as aves receberam uma dieta contendo 0,31% de cloro e 0,20% de sódio, em uma relação Na/Cl igual a 0,64, sendo essa relação semelhante a adotada no presente estudo, nos tratamentos com 0,37% e 0,67% de NaCl. Apesar dos resultados semelhantes observados pelos autores acima, há que se considerar que todos os valores de pH foram superiores, com valores que variaram de 7,549 a 7,660 em comparação aos deste experimento, que foram de 7,412 a 7,572. Essa diferença pode ser atribuída ao tipo de sangue colhido, sendo que neste

estudo o sangue colhido foi venoso e não o sangue arterial. Hodges (1970) reportou que o pH do sangue arterial é superior ao do venoso, enquanto Nightingale (1976) constatou que a  $\text{pCO}_2$  foi de 7 a 8mmHg superior no sangue arterial em relação ao venoso.

O maior valor obtido para o conteúdo de  $\text{HCO}_3^-$  foi de 37,8 meq/L, e no sangue daquelas aves que se alimentaram com a dieta contendo 0,37% de NaCl em presença de 0,41% de NaHCO<sub>3</sub>, tendo esse valor diferido significativamente daquele obtido das poedeiras que receberam a dieta com 0,67% NaCl, ao passo que os mais baixos valores foram obtidos quando as aves receberam apenas a dieta com 0,37% de NaCl, na presença e/ou na ausência de NaSO<sub>4</sub>. Os valores observados para as concentrações sanguíneas de  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{pCO}_2$  estão bastante relacionados, apesar de não se ter realizada uma análise de correlação entre eles. Pode-se inferir que a presença do NaHCO<sub>3</sub> dietético influí decisivamente sobre a concentração de  $\text{HCO}_3^-$ , concluindo-se que a ave não conseguiu eliminar tal ion para regular o seu pH sanguíneo. Por outro lado, o maior valor de  $\text{pCO}_2$  sugere que isso ocorreu em função do aumento do ion bicarbonato sanguíneo, que se dissocia, dando formação ao dióxido de carbono e à água, pela reação mediada pela anidrase carbônica.

Hamilton e Thompson (1980) encontraram uma diminuição do pH,  $\text{pCO}_2$  e  $\text{HCO}_3^-$ , sanguíneos naquelas poedeiras que receberam a dieta que continha 2,1% de cloro e 0,29% de sódio, em uma relação Na/Cl igual a 0,14, quando comparou esses valores àqueles obtidos das aves que consumiram dietas com menores conteúdos em cloro e semelhantes ou maiores em sódio. Ainda Junqueira *et al.* (1984), após conduzirem três experimentos envolvendo as interrelações entre cloreto de sódio, bicarbonato de sódio, cálcio e fósforo, constataram que o pH  $\text{HCO}_3^-$  e a pressão de dióxido de carbono sanguíneos foram significativamente aumentados pela suplementação de bicarbonato de sódio à dieta, sendo ainda esses valores inversamente proporcionais aos níveis de fósforo dietético.

Dos constituintes sanguíneos analisados, torna-se difícil estabelecer uma relação entre seus valores e a qualidade externa dos ovos, medida em termos de gravidade específica.

### Conclusão

As fontes e os níveis de sódio não afetaram os parâmetros produtivos. A gravidade específica dos ovos foi afetada pelos tratamentos, sendo os melhores resultados obtidos quando se elevou o nível de sódio independentemente da fonte. Os

valores de fósforo e cálcio plasmático não foram influenciados pelos tratamentos fornecidos às aves.

Os parâmetros sanguíneos com pH,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{pCO}_2$  foram influenciados pelos níveis e fontes de sódio, sendo os maiores valores obtidos quando se adicionou o bicarbonato de sódio à dieta.

## Referências

- BALNAVE, D., MUHEEREZA, S. K. Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 76, p. 588-593, 1997.
- BURNS, C.H. et al. The requirement of growing hens for sodium chloride. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 31, p. 302-306, 1952.
- CHOI, J.H.; HAN, I.K. Dietary interaction of phosphorus with sodium from either chloride or bicarbonate affects laying hen performance. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 62, p. 341-344, 1983.
- CIPERA, J.D. Source of carbon for the biosynthesis of eggshell carbonate in the hen. Comparison of six  $^{14}\text{C}$  labeled compounds as sources for carbon in eggshells, albumen and yolk. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 59, p. 1529-1537, 1980.
- COHEN, I. et al. Acid-base balance and sodium-to-chloride ratio in diets of laying hens. *J. Nutr.*, Bethesda, v. 102, p. 1-8, 1972.
- HAMILTON, R.M.; THOMPSON, B.K. Effects of sodium plus potassium to chloride ratio in practical-type diets on blood gas levels in three strains of White leghorn hens and the relationship between acid-base balance and egg shell strength. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 59, p. 1294-1303, 1980.
- HARMS, R.H. Effecting of removing salt, sodium or chloride from the diet of commercial layers. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 70, p. 333-336, 1991.
- HARMS, R.H. Revised specifications for feeding commercial layers based on daily feed intake. *Feedstuffs*, v. 51, p 27 - 28, 1979a.
- HARMS, R.H. The egg shell quality problem. In: *PROC. NEW ORLEANS SYMP. EGG SHELL QUALITY*. Church and Dwight Co., Inc., and South Eastern Minerals, Inc., pp. 1-22, 1979b.
- HARRIS, W.D.; POPAT, P. Determination of the phosphorus content of lipids. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v. 31, p. 124-127. 1954.
- HODGES, R.D. Blood pH and cation levels in relation to egg shell formation. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, Paris, v. 10, p. 199-213, 1970.
- HODGES, R.D.; LÖRCHER, K. Possible sources of the carbonate fraction of egg shell calcium carbonate. *Nature*, London, n. 216, p. 609-610, 1967.
- HOOGE, D.M. A importância dos eletrólitos. *Avicultura Industrial*. n. 1068. Julho/1999. p.20-26. 1999.
- HUNT, J.R. Rate of ingested sodium bicarbonate in the fowl. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, Paris, v. 10, p. 111-118, 1970.
- JUNQUEIRA, O.M. et al. Interrelationship between sodium chloride, sodium bicarbonate, calcium, and phosphorus in laying hen diets. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 63, p. 123-130, 1984.
- KUCHINSKI, K. K. et al. Re-evaluation of the sodium of the commercial laying hen. In: *Proceeding of 86<sup>th</sup> Annual Meeting 1997. 76 Supplement 1*, v.59, p.236. 1997.
- LEESON, E.; SUMMERS, J. D. *Nutrition of the chicken*. 4. ed. p. 363-377, 2001.
- LÖRCHER, K.; HODGES, R.D. Some possible mechanism of formation of the carbonate fraction of egg shell calcium carbonate. *Comp. Biochem. Physiol.*, Oxford, v. 28, p. 119-128, 1969.
- LÖRCHER, K. et al. Rate of  $\text{CO}_2$  and  $\text{C}^{14}$ exhalation in laying hens resting and during eggshell mineralization after a single infection of  $\text{NaHC}^{14}\text{O}_3$ . *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, Paris, v. 10, p. 133 - 139, 1970a.
- LÖRCHER, K. et al. Transfer of continuously infused  $\text{NaHC}^{14}\text{O}_3$  and  $\text{Ca}^{47}\text{Cl}_2$  to the hens eggshell. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, Paris, v. 10, p. 193-198, 1970b.
- McDONALD, M.W. Salt deficiency in laying diets. In: *12TH WLD'S POULT. CONGR.*, Sydney, Australia. p. 212-215, 1962.
- MILES, R.D. The role of phosphorus in egg shell quality. In: *THE FLORIDA NUTRITION CONFERENCE*. University of Florida. p. 95-110, 1980.
- MILES, R.D.; HARMS, R.H. Relationship between egg specific gravity and plasma phosphorus from hens fed different dietary calcium, phosphorus and sodium levels. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 61, p 175-177, 1982.
- MORENG, R.E.; AVENS, J. S. *Ciência e Produção de Aves*. São Paulo: Roca, 1990.
- NIGHTINGALE, T.E. Acute isovolemic anemia in anesthetized chickens. *Am. J. Physiol.*, Bethesda, v. 231, p. 1451-1456, 1976.
- PERUZZI, A.Z. et al. Exigência nutricional de sódio para poedeiras comerciais. In: *CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS - APINCO*, 2000, Campinas, *Anais...* Campinas, Facta, 2000, p. 42, Suplemento 2.
- SAUVER, B.; MONGIN, P. Interrelationship between dietary concentrations of sodium, potassium and chloride in laying hens. *Br. Poult. Sci.* Basingstoke, v. 19, p. 475-485, 1978.
- SLAVIN, W. Atomic absorption instrumentation and technique: a review. *Atomic Absorption Newsletter*, v. 3, p. 98, 1964.
- VOGT, H. et al. Bedarf und vertraglichkeit von natrium bei mastkuken und leghennen. *Arch. Gefugelk.*, v. 35, p. 116-122, 1971.
- WHITEHEAD, C.C.; SHANNON, D.W.F. The control of egg production using a low-sodium diet. *Br. Poult. Sci.*, Basingstoke, v. 15, p. 429-434, 1974.
- WHITEHEAD, C.C.; SHARP, P.J. An assessment of the range of dietary sodium for inducing a pause in laying. *Brit. Poult. Sci.*, Basingstoke, v. 17, p. 601-611, 1976.

Received on May 15, 2002.

Accepted on June 10, 2003.