

NÍVEIS DE SÓDIO NA RAÇÃO DE POEDEIRAS SEMIPESADAS APÓS O PICO DE POSTURA CRIADAS EM CLIMA QUENTE¹

A. S. A. ASSUNÇÃO^{2*}, R. A. MARTINS², H. J. D. LIMA², A. C. S. MARTINS², L. A. Z. SOUZA²

¹Recebido em 12 de outubro 2016. Aprovado em 23 de janeiro de 2017.

²Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.

*Autor correspondente: andrey_drew@hotmail.com

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho estimar a exigência nutricional de sódio (Na) para poedeiras semipesadas criadas em clima quente, após o pico de postura. Foram utilizadas 120 galinhas da linhagem Hisex Brown, com 48 semanas de idade. As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições e quatro aves por unidade experimental. As rações experimentais foram formuladas a base de milho e farelo de soja e os tratamentos foram constituídos por cinco níveis de sódio (0,12; 0,17; 0,22; 0,27 e 0,32%) derivados do sal comum. Foram avaliados: consumo de ração (g), produção de ovos (%), peso dos ovos (g), massa de ovos (g), conversão alimentar por massa (kg/kg) e por dúzia (kg/dz) de ovos, gravidade específica (g/cm³), espessura de casca (mm), elementos dos ovos, tais como, gema (g e %) e albúmen (g e %) e casca (g e %), viabilidade (%) e variação do peso corporal (g) das aves. Não foi verificado efeito (P>0,05) dos níveis de sódio sobre o peso da gema (g) e porcentagem de albúmen. Houve efeito linear (P<0,01) decrescente para o consumo de ração, diminuindo o consumo à medida que aumentou o nível de sódio na ração. Verificou-se efeito quadrático (P<0,01) para a produção de ovos, peso dos ovos, conversão alimentar por massa e dúzia de ovos, pesos de albúmen e casca, gravidade específica, espessura de casca e porcentagem de casca e gema (P<0,05). Os níveis de sódio analisados influenciaram os componentes dos ovos e o desempenho zootécnico das aves acima de 0,27%, negativamente. Recomenda-se a inclusão de 0,20% de sódio na ração de poedeiras semipesadas criadas em clima quente, após o pico de postura, para proporcionar melhor qualidade dos ovos e desempenho produtivo.

Palavras-chave: *Gallus gallus domesticus*, poedeiras comerciais, produção de ovos, sal comum.

SODIUM LEVELS IN THE DIETS OF SEMI-HEAVY LAYING HENS REARED IN A HOT CLIMATE AFTER PEAK LAY

ABSTRACT: The objective of this study was to estimate the sodium (Na) requirements of semi-heavy laying hens reared in a hot climate after peak lay. A total of 120 Hisex Brown hens, 48 weeks of age, were used. The birds were allocated in a completely randomized design consisting of five treatments, six replicates and four animals per experimental unit. The experimental diets were formulated with corn and soybean meal and the treatments consisted of five levels of sodium (0.12, 0.17, 0.22, 0.27 and 0.32%) derived from common salt. The following parameters were evaluated: feed intake (g), egg production (%), egg weight (g), egg mass (g), feed conversion (kg) per kilogram of eggs and per dozen eggs, specific gravity (g/cm³), shell thickness (mm), egg components including egg yolk (g and %) and albumin (g and %) and shell (g and %), viability (%), and variation in body weight (g) of the birds. There was no effect (P>0.05) of sodium levels on egg yolk weight (g) or albumin percentage. A decreasing linear effect (P<0.01) was observed for feed intake, which decreased with increasing sodium level in the diet. A quadratic effect (P<0.05) was found for egg production, egg weight, feed conversion per kilogram of eggs and dozen eggs, albumin and shell weight, specific gravity, shell thickness, and percentage of shell and egg yolk. A sodium level higher than 0.27% negatively influenced egg components and zootechnical performance of the birds. The inclusion of 0.20% sodium in the diet after peak lay is recommended for semi-heavy laying hens reared in a hot climate to increase egg quality and productive performance.

Keywords: *Gallus gallus domesticus*, commercial laying hens, egg production, common salt.

INTRODUÇÃO

As melhorias alcançadas para o desempenho produtivo e qualidade interna e externa dos ovos de galinhas poedeiras, são em virtude, dos constantes estudos aplicados em melhoramento genético, portanto, segundo BARRETO *et al.* (2007), torna-se necessário balancear de forma adequada os nutrientes da dieta. Entre os nutrientes que demandam pesquisas, os minerais exercem funções importantes no metabolismo, uma vez que os minerais presentes no ovo são em decorrência da concentração no sangue (MACARI e MENDES, 2005; GOMES *et al.*, 2013).

As exigências nutricionais de sódio para poedeiras no primeiro e segundo ciclo de postura são menos estudadas, em detrimento de outros nutrientes que oneram mais as rações. Tanto o excesso quanto o déficit de sódio na ração, tornam-se prejudiciais para o organismo animal e, principalmente, para o desempenho. Níveis elevados de sódio na dieta de aves estimula o consumo de água, assim, aumenta a umidade das excretas e facilita a produção de gases tóxicos (amônia e sulfídrico), o que pode comprometer o manejo e gerar perdas econômicas (RIBEIRO, 2007; LIMA *et al.*, 2015).

O sódio é o principal cátion encontrado nos fluidos extracelulares, participando nos processos de transmissão de impulsos nervosos, produção de sais biliares, na absorção de glicose, fósforo, cálcio, aminoácidos como lisina e arginina, pirimidinas e na ativação dos nervos da função muscular, além de estar envolvido no equilíbrio osmótico e na manutenção do pH corporal (FURLAN *et al.*, 2002; GOFF, 2006; SILVA e PASCOAL, 2014). Por esta razão, a determinação dos níveis ideais de sódio para cada fase de produção das aves é de grande importância (MURAKAMI *et al.*, 2003a). No entanto, pelo fato do sódio estar facilmente disponível através do sal comum (NaCl) e pela pequena participação no custo total da ração, torna-se para a maioria dos nutricionistas, motivo de poucos estudos (RODRIGUES *et al.*, 2004). MAZZUCO *et al.* (1997), concluíram que a exigência nutricional de sódio na ração para todo o ciclo de postura de poedeiras brancas e poedeiras vermelhas, é de 0,15% e 0,16%, respectivamente.

Pelo exposto, objetivou-se estimar a exigência nutricional de sódio (Na), assim como verificar o efeito de doses crescentes de Na sobre o desempenho produtivo e a qualidade de ovos de poedeiras semipesadas, criadas em clima quente, após o pico de postura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de avicultura da fazenda experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, Santo Antônio de Leverger, MT, de 01 de outubro a 02 de dezembro de 2015, com duração de 63 dias (três períodos de 21 dias) no final do primeiro ciclo de postura. Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais, da Universidade Federal de Mato Grosso, em 16 de junho de 2015 (protocolo nº 23108.092960/2015-80).

As aves foram alojadas em um galpão experimental de postura com cobertura em telhas de barro e composto de tela de arame galvanizado nas laterais, nas dimensões de 35,45 m de comprimento, 3,89 m de largura e corredor interno com 1,20 m de largura. O galpão é provido com gaiolas de arame galvanizado em escada, de 25 cm largura x 46 cm de profundidade x 47 cm de altura, correspondendo a uma área de 575 cm²/ave alojada, com duas aves por gaiola e 60 gaiolas para o experimento. As gaiolas foram equipadas com comedouros do tipo calha e bebedouros do tipo *nipple*. Cada comedouro foi equipado com divisórias de Eucatex, ajustadas de acordo com a largura de cada unidade experimental.

Os dados médios de temperatura e umidade relativa do ar foram registrados duas vezes ao dia (08:00 h e 15:00 h), utilizando termo-higrômetro digital modelo INCOTERM (Porto Alegre, RS, Brasil), posicionado na altura média das gaiolas e disposto no centro do galpão. Para o programa de iluminação, foi adotada iluminação natural mais artificial, totalizando 16 horas de luz.

As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), com níveis crescente de Na (0,12; 0,17; 0,22; 0,27 e 0,32%), para atender as exigências nutricionais de poedeiras semipesadas, utilizando composição química e energética dos alimentos, segundo recomendações de ROSTAGNO *et al.* (2011). O balanço eletrolítico (BE) das rações experimentais foi calculado segundo MONGIN (1980), considerando os valores percentuais dos eletrólitos, através da seguinte fórmula: Número de Mongin (NM) = %Na⁺ x 10000/22,990* + %K⁺ x 10000/39,102* - %Cl⁻ x 10000/35,453* (*Equivalente grama de Na⁺, K⁺ e Cl⁻, respectivamente).

Foram utilizadas 120 galinhas semipesadas da linhagem Hisex Brown, com 48 semanas de idade e peso inicial de 1,630 kg ± 150 g. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído por cinco tratamentos e seis repetições (unidade experimental), com quatro aves por unidade

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de Sódio (%)				
	0,12	0,17	0,22	0,27	0,32
Milho moído	61,68	61,68	61,68	61,68	61,68
Farelo de soja	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Óleo de soja	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Calcário calcítico	8,12	8,12	8,12	8,12	8,12
Fosfato bicálcico	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Sal comum	0,27	0,40	0,50	0,64	0,75
¹ Núcleo de postura	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Inerte	0,530	0,400	0,300	0,160	0,050
Balanco eletrolítico (mEq/kg)	157,37	157,56	158,03	158,98	159,07
Composição Calculada					
Energia metabolizável (kcal/kg)	2900	2900	2900	2900	2900
Proteína bruta (%)	16,17	16,17	16,17	16,17	16,17
Lisina digestível (%)	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Metionina+Cistina digestível (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Triptofano digestível (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Treonina digestível (%)	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Cálcio (%)	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90
Fósforo disponível (%)	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291
Sódio (%)	0,120	0,170	0,220	0,270	0,320
Fibra bruta (%)	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45

¹Composição por kg de produto: cálcio: 170g, fósforo: 45g, metionina: 10g, vitamina A: 140.000 U.I., vitamina D₃: 35.000 U.I., vitamina E: 140 U.I., tiamina (B1): 10mg, riboflavina (B2): 75mg, piridoxina (B5): 20mg, vitamina B₁₂: 120mg, vitamina K₃: 30 mg, ácido fólico: 6mg, niacina: 300mg, pantotenato de cálcio: 120mg, colina: 5000mg, manganês: 1600mg, zinco: 1300mg, cobre: 160mg, iodo: 20mg, selênio: 6mg, fitase: 10.000 FTU, e bacitracina de zinco: 500mg.

experimental. O fornecimento de ração e água foi à vontade, sendo o arraçamento feito duas vezes ao dia (08:00 h e 15:00 h) durante todo o período experimental.

As variáveis analisadas foram: produção de ovos (%), consumo de ração (g), peso do ovo, gema, albúmen e casca (g), porcentagem da gema, albúmen e casca (%), massa de ovos (g), conversão alimentar por massa (kg/kg) e por dúzia (kg/dúzia) de ovos, espessura de casca (mm), gravidade específica (g/cm³), viabilidade (%) e variação do peso corporal (g).

Os ovos foram coletados diariamente à tarde e a quantidade de ovos por gaiola foi anotada para determinação da produção média de ovos, compreendendo os quebrados, trincados e os anormais, sendo representado em porcentagem sobre a média de aves do período (ovo/ave/dia).

No final de cada período de 21 dias foi calculado o consumo de ração (g/ave/dia), pela diferença entre a quantidade fornecida e as sobras. O resultado obtido foi dividido pelo número de aves e pelos dias que as aves consumiram a ração. Em caso de mortalidade efetuaram-se correções nas respectivas unidades experimentais. Para avaliação da qualidade dos ovos, nos três últimos dias de cada período (19^o, 20^o, 21^o, 40^o, 41^o, 42^o, 61^o, 62^o e 63^o dias), foram determinados o peso do ovo, casca, gema e albúmen (g). Para esse fim, foram utilizados três ovos de cada parcela experimental. Cada ovo foi identificado e pesado em balança analítica (modelo FA - 2104N de 0,0001g, BIOPRECISA, Curitiba, PR, Brasil), e o peso total obtido foi dividido pelo número de ovos utilizados na pesagem, perfazendo-se o peso médio dos ovos em gramas (g).

Em seguida, a gema foi pesada e, posteriormente,

as cascas foram lavadas em água corrente e secas em temperatura ambiente por 72 horas, para aquisição do peso da casca. Para determinação do peso do albúmen, por diferença, utilizou-se o peso do ovo íntegro, menos o peso da casca e gema. Para o cálculo de porcentagem do albúmen, gema e casca, foi utilizado o peso destes componentes e divididos pelo peso do ovo e, o resultado final multiplicado por 100.

A massa de ovos de cada parcela experimental foi obtida multiplicando-se o número de ovos pelo peso médio dos ovos. O valor obtido foi dividido pelo número de aves por dia do período, sendo expressa em gramas de ovo por ave por dia (g ovo/ave/dia).

A conversão alimentar por massa de ovos (kg/kg) foi calculada pelo consumo médio de ração (kg) dividido pela massa de ovos produzida. A conversão alimentar por dúzia de ovos foi calculada pelo consumo total de ração (kg) dividido pela produção de dúzia por ovos (kg de ração/dúzia de ovos).

Após a secagem em temperatura ambiente por 72 horas e pesadas, as cascas foram anotadas e, posteriormente, registraram-se as medidas de espessura em dois pontos da região equatorial, através de um paquímetro digital STAINLESS HARDENED (Piracicaba, SP, Brasil), com precisão de 0,02 a 0,001 mm.

A gravidade específica foi estimada utilizando-se três ovos oriundos de cada unidade experimental do 19º, 20º, 21º, 40º, 41º, 42º, 61º, 62º e 63º dias, pelo método de flutuação salina, submetidos em oito soluções de cloreto de sódio (NaCl), com densidade variando de 1,060 a 1,100 g/cm³ e com gradiente de 0,005 g/cm³ entre elas, por intermédio de um densímetro para massa específica INCOTERM (modelo 5582, Porto Alegre, RS, Brasil), conforme método sugerido por HAMILTON (1982).

Para a viabilidade das aves foi considerado o número de aves no final do experimento dividido pelo número de aves no início, sendo expresso em porcentagem. As poedeiras foram pesadas no início e no final do experimento para obtenção da variação de peso corporal.

Os parâmetros avaliados foram analisados utilizando o programa ASSISTAT (UFMG, Campina Grande, Brasil). Os dados foram submetidos a análise de variância a 5% de probabilidade. Os efeitos dos níveis de sódio foram estimados por modelos de regressão linear e quadrática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificado efeito ($P>0,05$) dos níveis de sódio sobre o peso da gema (g) e porcentagem de albúmen (Tabela 2). A porcentagem de casca ($P<0,01$) e gema ($P<0,05$) foi influenciada de forma quadrática, sendo estimado o valor de 0,20 e 0,19% de sódio na ração para as aves, respectivamente (Tabela 2 e Figura 1). A porcentagem de gema foi maior em decorrência do maior nível de sódio, relacionado ao menor peso do ovo. Enquanto a porcentagem de casca foi menor ao maior nível de sódio devido ao menor peso de ovo e casca. Conforme BALNAVE (1993), o excesso de sódio reduz a atividade da enzima anidrase carbônica na glândula da casca, o que limita o fornecimento de bicarbonato de sódio e cálcio para o lúmen da glândula da casca, no processo de formação da casca do ovo, resultando em ovos de cascas finas.

Utilizando níveis de sódio (0,15; 0,18; 0,21 e 0,24%) e cloro (0,14; 0,17; 0,20 e 0,23%) nas rações de poedeiras no primeiro ciclo de postura, MURAKAMI *et al.* (2003b), estimaram 0,22 e 0,23% de sódio para a porcentagem de casca e gravidade específica, respectivamente. Os autores concluíram que para melhor qualidade de casca, devem-se ajustar níveis de sódio de acordo com o nível de cloro na ração. MENDOZA (2015), ao testar 0,10; 0,14; 0,18; 0,22 e 0,26% de sódio nas rações de poedeiras comerciais submetidas a temperaturas elevadas, no final do primeiro ciclo de postura, observou efeito quadrático para a porcentagem de casca, recomendando 0,21% de sódio na ração.

Houve efeito quadrático para o peso dos ovos (g), albúmen (g) e casca (g) sendo estimado o valor de 0,19% de sódio na ração (Tabela 2 e Figura 2). Este nível foi próximo ao teor de 0,18% de sódio recomendado por BERTECHINI (2014), superior ao de 0,12% recomendado por MURAKAMI *et al.* (2003a), e inferior ao de 0,23% recomendado por ROSTAGNO *et al.* (2011) para galinhas poedeiras.

O peso dos ovos (g), albúmen (g) e casca (g) foi menor ao maior nível de sódio (0,32%) devido ao menor consumo de ração, e que possivelmente pode estar relacionado ao impacto negativo que a temperatura elevada exerceu sobre a qualidade da casca do ovo, tendo em vista que a temperatura média do ar durante o período experimental foi de 31°C, e as médias de temperatura e umidade relativa do ar, máxima e mínima, foram de 37,14 ± 3,6°C e 24,8 ± 3,9°C e 69 ± 13,5% e 29,8 ± 11,6%, respectivamente. Desta forma, verificou-se que durante o período experimental, as aves ficaram expostas a períodos de estresse por calor.

Tabela 2. Desempenho produtivo e qualidade de ovos de poedeiras semipesadas após o pico de postura, em função dos níveis de sódio na ração

Variáveis	Níveis de Sódio (%)					¹ EPM	² Efeito	
	0,12	0,17	0,22	0,27	0,32		L	Q
Consumo de ração (g/ave/dia)	106,74	117,88	100,27	101,24	92,88	1,087	0,0008	ns
Produção de ovos por ave por dia (%)	59,69	53,90	61,44	49,54	25,94	0,238	<0,0001	<0,0001
Peso dos ovos (g)	58,92	61,60	58,03	60,53	53,26	0,180	0,0026	0,0041
Massa de ovos (g/ave/dia)	33,29	33,22	35,72	29,95	11,87	0,169	<0,0001	<0,0001
³ CA por massa de ovos (kg/kg)	3,11	3,48	2,77	3,33	6,16	0,022	<0,0001	<0,0001
³ CA por dúzia de ovos (kg/dz)	2,41	2,51	1,98	2,37	5,52	0,024	<0,0001	<0,0001
Gravidade específica (g/cm ³)	1,088	1,089	1,092	1,093	1,078	0,000	0,0003	<0,0001
Espessura de casca (mm)	0,41	0,41	0,41	0,42	0,36	0,001	0,0026	0,0003
Peso de gema (g)	14,29	14,83	14,05	14,51	13,89	0,037	ns	ns
Peso de albúmen (g)	38,85	40,66	38,09	39,81	34,90	0,129	0,0039	0,0097
Peso de casca (g)	5,77	6,11	5,89	6,21	4,47	0,034	<0,0001	<0,0001
Porcentagem de gema (%)	24,23	24,08	24,21	24,01	26,12	0,058	0,0108	0,014
Porcentagem de albúmen (%)	65,96	66,00	65,64	65,72	65,49	0,053	ns	ns
Porcentagem de casca (%)	9,79	9,91	10,15	10,26	8,38	0,038	0,0006	<0,0001
Viabilidade das aves (%)	100	95,83	100	100	100	0,417	ns	ns
Variação de peso corporal (g)	85,62	90,62	100,21	130,21	105,83	-	-	-

¹EPM= erro padrão da média. ²L e Q: efeitos de ordem linear e quadrática relativos aos níveis de sódio na ração. ³CA: conversão alimentar. ns = não significativo.

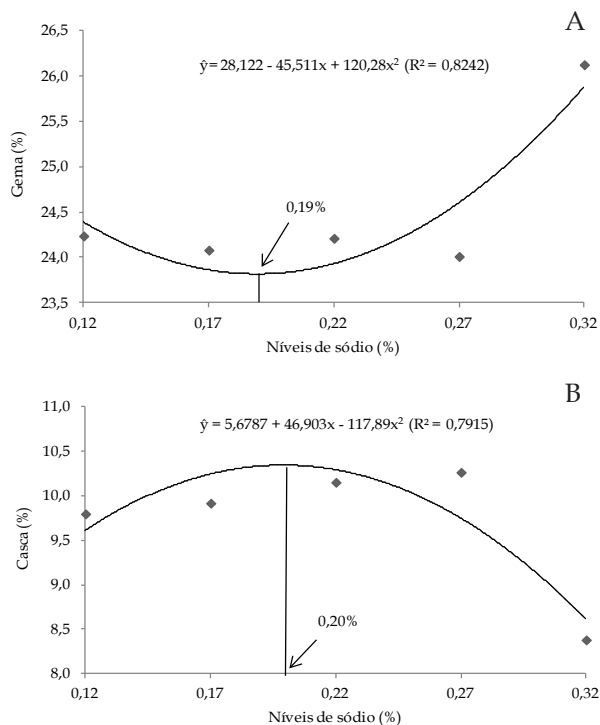


Figura 1. Porcentagem de gema (A) e casca (B), após o pico de postura conforme os níveis de sódio nas rações.

Segundo MACARI e MENDES (2005), em temperaturas elevadas, as aves perdem calor por evaporação e, para aumentar o efeito deste mecanismo, aumentam a frequência respiratória e com isso ocorrem perdas de CO₂ no sangue, resultando em alcalose respiratória. De acordo com FURLAN *et al.* (2002), a alcalose em galinhas poedeiras exerce um desequilíbrio eletrolítico e mineral. Isso só ocorre porque a alcalose diminui a quantidade de cálcio disponível no sangue na forma livre ou ionizável, que seria utilizado para deposição na casca do ovo e impedindo a sua formação. Como resultado, a qualidade dos ovos será menor devido à ocorrência de ovos pequenos e de casca fina.

Ao adicionarem 2 g de sal comum (NaCl) na água de bebida de galinhas poedeiras da linhagem Isa Brown, com 20 e 60 semanas de idade, CHEN e BALNAVE (2001) não observaram efeito significativo sobre a qualidade dos ovos e desempenho produtivo das aves. No entanto, quando as aves foram submetidas a temperaturas elevadas (30°C), o peso e espessura da casca, consumo de ração, produção e peso dos ovos, e a conversão alimentar (kg/kg) diminuíram negativamente. Do mesmo modo, BALNAVE e MUHEEREZA (1997), ao submeterem poedeiras comerciais a temperaturas

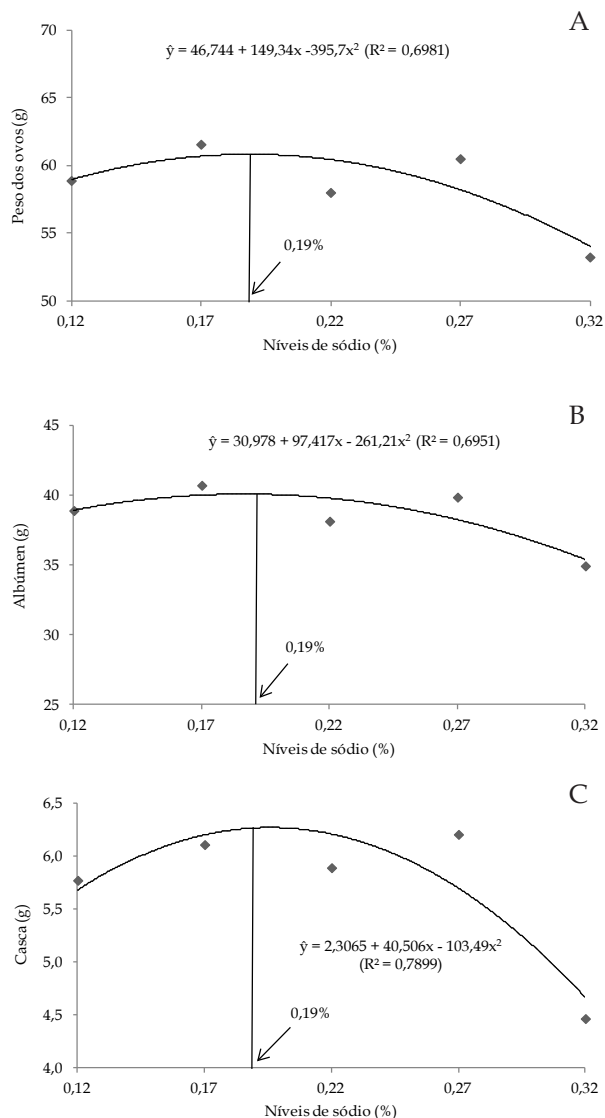


Figura 2. Peso dos ovos (A), albúmen (B) e casca (C), após o pico de postura conforme os níveis de sódio nas rações.

altas (30 e 35°C), com 67 e 77 semanas de idade, constataram redução no peso das cascas, consumo de ração, produção, peso e massa de ovos. Porém, ao adicionarem bicarbonato de sódio na ração, obtiveram melhoria na qualidade dos ovos e desempenho zootécnico das aves.

Verificou-se que a espessura de casca e a gravidade específica diminuíram com o maior nível de sódio na ração (Tabela 2 e Figura 3). Conforme HAMILTON (1982), a gravidade específica é um método indireto para mensurar a espessura da casca, estando altamente correlacionadas, sendo que quanto menor o valor de gravidade específica menor é a espessura de casca. MENDOZA (2015),

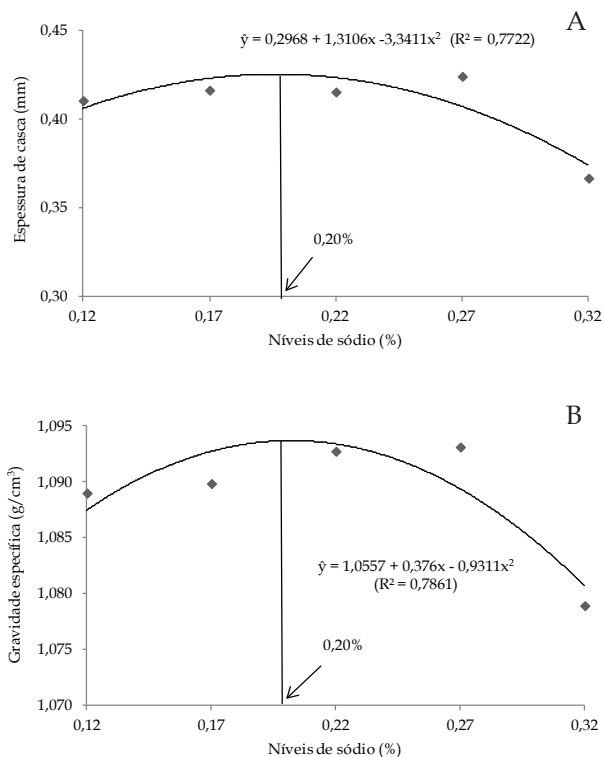


Figura 3. Espessura de casca (A) e gravidade específica (B), após o pico de postura conforme os níveis de sódio nas rações.

testando níveis crescentes de sódio na ração de poedeiras não observou diferença sobre a gravidade específica. De modo contrário JUNQUEIRA *et al.* (2003), verificaram melhora na gravidade específica quando aumentou o nível de sódio na ração de poedeiras no final do primeiro ciclo de postura de poedeiras, de 0,17% para 0,28% no final.

RODRIGUES *et al.* (2004), quando incluíram níveis de sódio (0,15; 0,25 e 0,35%) na ração de poedeiras comerciais, no segundo ciclo de postura, observaram melhora na espessura de casca com o nível de 0,25% de sódio. Contudo, não encontraram efeito significativo para a qualidade dos ovos e desempenho zootécnico, concluindo que 0,15% de sódio na ração foi suficiente para atender a exigência nutricional de sódio das aves.

Houve efeito linear ($P < 0,01$) decrescente para o consumo de ração, diminuindo o consumo conforme aumentou os níveis de sódio na ração (Tabela 2 e Figura 4). Resultado similar foi encontrado por SMITH *et al.* (2000), que observaram efeito linear decrescente no consumo de ração à medida que o nível de sódio aumentou na ração, ao avaliarem seis dietas experimentais, sendo 1,6; 5,5; 9,4; 13,3; 17,2 e 21,1 g/kg de sódio na ração, correspondendo

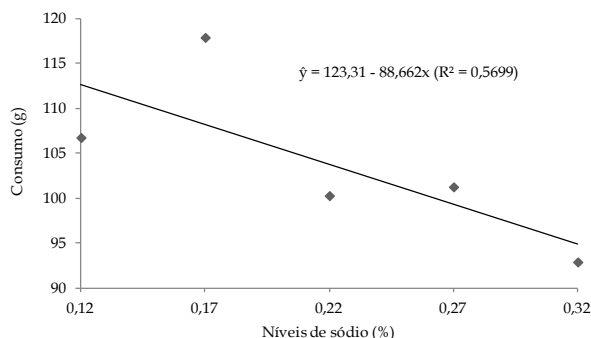


Figura 4. Consumo de ração após o pico de postura conforme os níveis de sódio nas rações.

ao consumo diário de 0,18; 0,55; 0,88; 0,98; 1,03 e 9,64 g de sódio na ração, respectivamente, em poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown com 30 e 60 semanas de idade. De acordo com BARROS *et al.* (2004) e BERTECHINI (2014), os dados obtidos neste experimento, podem ser explicados pela toxidez do sódio que provoca interações no trato gastrointestinal, ou ainda, pelo aumento do gasto de energia pela bomba de sódio-potássio para o controle da homeostase corporal.

A produção de ovos, massa de ovos e a conversão alimentar por massa (kg/kg) e dúzia (kg/dz) de ovos foram influenciadas de forma quadrática ($P < 0,01$) nos níveis 0,17; 0,18; 0,19 e 0,19% de sódio na ração, respectivamente (Tabela 2 e Figura 5). Estes níveis foram superiores ao de 0,16% recomendado por FARIA *et al.* (2000) para poedeiras no final do primeiro ciclo de postura. No entanto, para os autores, níveis acima de 0,16% de sódio na ração, não surtiram efeitos sobre a qualidade dos ovos e desempenho produtivo. Tal fato, não foi confirmado no presente estudo, em que níveis acima de 0,27% de sódio na ração afetou negativamente o desempenho zootécnico das aves.

Resultados semelhantes aos obtidos neste experimento foram encontrados por RIBEIRO *et al.* (2008), que verificaram efeito quadrático, observando aumento na produção de ovos, massa de ovos e conversão alimentar por massa de ovos, ao testarem níveis (0,08; 0,13; 0,18; 0,23; 0,28; 0,33 e 0,38%) de sódio nas rações de poedeiras no final do primeiro ciclo de postura. Porém, os autores não observaram efeito significativo dos níveis de sódio sobre o consumo de ração e a conversão alimentar por dúzia de ovos.

Os valores obtidos para a produção de ovos, massa e conversão alimentar por massa e dúzia de ovos, foram menores nos maiores níveis de

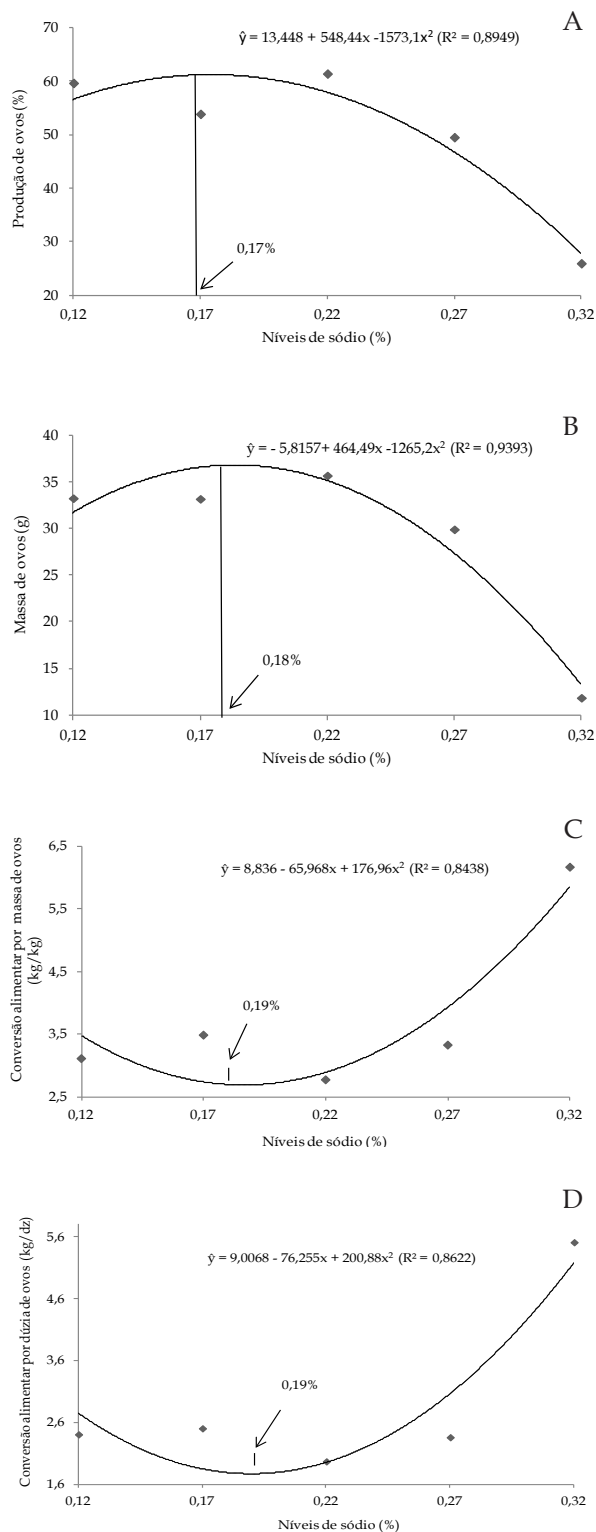


Figura 5. Produção de ovos (A), massa de ovos (B), conversão alimentar por massa de ovos (C) e conversão alimentar por dúzia de ovos (D), após o pico de postura conforme os níveis de sódio nas rações.

sódio, o que pode estar relacionado ao impacto negativo, envolvendo a deficiência ou excesso de sódio (RIBEIRO *et al.*, 2008), que prejudicaram o desempenho das aves. Conforme SILVA e PASCOAL (2014), a fração de minerais nos tecidos e fluidos do organismo animal pode promover mudanças com o consumo de dietas deficientes, desbalanceadas ou em excesso, ou seja, tanto a falta quanto o excesso de minerais causam a redução no desempenho das aves.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de sódio sobre a viabilidade das aves e, em relação à variação de peso corporal das poedeiras, não foi verificado perda de peso nos tratamentos (Tabela 2). A deficiência de sódio na dieta, mencionada por MACARI e MENDES (2005), pode ocasionar prejuízos para avicultura de postura, pois a ausência deste macromineral pode causar redução na produção de ovos, atraso na maturidade sexual, diminuição do apetite, redução do peso corporal, além de favorecer o canibalismo. Contudo, no presente estudo aos menores níveis de sódio, não foram observados falta de apetite e canibalismo entre as aves.

CONCLUSÃO

O nível de 0,20% de sódio proporcionou melhor qualidade de casca, ou seja, porcentagem e espessura de casca e gravidade específica. Com o nível estimado de 0,20% de sódio na ração foram atendidas também as exigências para melhor qualidade dos ovos e melhor desempenho produtivo para poedeiras semipesadas após o pico de postura, criadas em clima quente.

REFERÊNCIAS

- BALNAVE, D. Influence of saline drinking water on eggshell quality and formation. **World's Poultry Science Journal**, v.49, p.109-119, 1993. <https://doi.org/10.1079/WPS19930009>
- BALNAVE, D.; MUHEEREZA, S.K. Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. **Poultry Science**, v.76, p.588-593, 1997. <https://doi.org/10.1093/ps/76.4.588>
- BARRETO, S.L.T.; ARAÚJO, M.S.; UMIGI, R.T.; MOURA, W.C.O.; COSTA, C.H.R.; SOUSA, M.F. Níveis de sódio em dietas para codorna japonesa em pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1559-1565, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000700014>
- BARROS, J.M.S.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; COSTA, L.F. Exigência de sódio para frangos de corte nas fases de crescimento (22 a 42 dias) e final (43 a 53 dias). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1721-1733, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000700011>
- BERTECHINI, A.G. Exigências de minerais para aves. In: SAKAMOURA, N. K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J.B.K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014. p.375-388.
- CHEN, J.; BALNAVE, D. The influence of drinking water containing sodium chloride on performance and eggshell quality of a modern, colored layer strain. **Poultry Science**, v.80, p.91-94, 2001. <https://doi.org/10.1093/ps/80.1.91>
- FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M.; SAKOMURA, N.K.; SANTANA, A.E. Efeito de diferentes níveis de sódio e fósforo sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.458-466, 2000. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000200020>
- FURLAN, R.L.; SILVA, A.V.F.; BORGES, S.A.; MACARI, M. Equilíbrio ácido-básico. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.51-73. <https://doi.org/10.3382/ps.0612022>
- GOFF, J.P. Minerais. In: REECE, W.O. **Dukes, fisiologia dos animais domésticos**. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p.532-555.
- GOMES, P.C.; REIS, R.S.; BARRETO, S.L.T.; ALMEIDA, R.L. **Tópicos em manejo de matrizes pesadas**. Viçosa, MG: UFV, 2013. p.76-94.
- HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v.61, p.2022-2039, 1982. <https://doi.org/10.3382/ps.0612022>
- JUNQUEIRA, O.M.; ANDREOTTI, M.O.; FARIA, D.E.; RODRIGUES, E.A.; ARAÚJO, L.F. Fontes e níveis de sódio em rações de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.25, p.79-84, 2003. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v25i1.2100>
- LIMA, H.J.D.; BARRETO, S.L.T.; PAULA, E.; DUTRA, D.R.; COSTA, S.L.; ABJAUDE, W.S. Níveis de sódio na ração de codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, p.73-81, 2015.
- MACARI, M.; MENDES, A.A. **Manejo de matrizes de corte**. Campinas: FACTA, 2005.
- MAZZUCO, H.; ROSA, P.S.; PAIVA, D.P.; JAENISCH, F.; MOY, J. **Manejo e produção de poedeiras comerciais**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1997. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 44).
- MENDOZA, E.A.C. **Teores de sódio em rações com relação cátion-aniônica constante para poedeiras**

- comerciais leves**. 2015. 64f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Minas Gerais, 2015.
- MONGIN, P. Electrolytes in nutrition: a review of basic principles and practical application in poultry and swine. In: IMC NUTRITION CONFERENCE, 3., 1980, Melbourne. **Proceedings...**Orlando: IMC, 1980. p.1-15.
- MURAKAMI, A.E.; FIGUEIREDO, D.F.; PERUZZI, A.Z.; FRANCO, J.R.G.; SAKAMOTO, M.I. Níveis de sódio para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclos de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1674-1680, 2003a. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000700017>
- MURAKAMI, A.E.; SAKAMATO, M.I.; FRANCO, J.R.G.; MARTINS, E.N.; RONDON, E.O.O. Requirements of sodium and chloride by leghorn laying hens. **Poultry Science**, v.12, p.217-221, 2003b. <https://doi.org/10.1093/japr/12.2.217>
- RIBEIRO, M.L.G.; SILVA, J.H.V.; ARAUJO, J.A.; MARTINS, T.D.D.; COSTA, F.G.P.; GIVISIEZ, P.E.N. Exigência de sódio para poedeiras no final do primeiro ciclo e durante o segundo ciclo de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1257-1264, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000700017>
- RIBEIRO, M.L.G. **Níveis de sódio na ração de frangas e de galinhas poedeiras durante o primeiro e o segundo ciclo de postura**. 2007. 128f. Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, Programa de Doutorado Zootecnia, Paraíba, 2007.
- RODRIGUES, E.A.; JUNQUEIRA, O.M.; VALÉRIO, M.; ANDREOTTI, M.O.; CANCHERINI, L.C.; FARIA, D.E.; FILARDI, R.S. Níveis de sódio em rações de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.391-396, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000200016>
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- SILVA, J.H.V.; PASCOAL, L.A.F. Função e disponibilidade dos minerais. In: SAKAMOURA, N. K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J.B.K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014. p.127-142.
- SMITH, A.; ROSE, S.P.; WELLS, R.G.; PIRGOZLIEV, V. Effect of excess dietary sodium, potassium, calcium and phosphorus on excreta moisture of laying hens. **British Poultry Science**, v.41, p.598-607, 2000. <https://doi.org/10.1080/713654976>