



## Níveis de sódio para codornas japonesas na fase de crescimento<sup>1</sup>

Raffaella Castro Lima<sup>2</sup>, Ednardo Rodrigues Freitas<sup>2</sup>, Débora Linhares Raquel<sup>2</sup>, Newton Lima Sá<sup>2</sup>, Carlos Alberto de Lima<sup>2</sup>, Andre Campos Paiva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pela Funcap.

<sup>2</sup> Departamento de Zootecnia, UFC, Caixa Postal 12 167, 60021-970, Fortaleza, Ce.

**RESUMO** - Objetivou-se avaliar os efeitos dos níveis de sódio da ração da fase de crescimento sobre o desempenho de codornas japonesas nas fases de crescimento e de produção. Utilizaram-se 480 codornas com 1 dia de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com seis dietas contendo 0,07; 0,12; 0,17; 0,22; 0,27 ou 0,32% de sódio, avaliadas com oito repetições de dez aves por unidade experimental. Na fase de 1 a 21 dias, o nível de sódio teve efeito linear nos consumos de ração e de água e efeito quadrático no ganho de peso e na conversão alimentar, cujos melhores valores foram obtidos com os níveis de 0,23 e 0,21% de sódio, respectivamente. Na fase de 21 a 42 dias, no entanto, o aumento no nível de sódio não influenciou o consumo de ração, mas promoveu redução linear no ganho de peso, aumento no consumo de água e piora na conversão alimentar. No período total (1 a 42 dias de idade), o aumento de sódio na ração provocou aumento linear no consumo de água e na umidade das excretas e efeito quadrático na digestibilidade de matéria seca (MS), nitrogênio e energia bruta (EB) e nos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn). Os níveis ótimos foram estimados em 0,20 e 0,27% para os coeficientes de digestibilidade da MS e do nitrogênio e 0,19% para os coeficientes de digestibilidade da energia bruta, EMA e EMAn. Em geral, o desempenho de codornas na fase de postura não é influenciado pelo nível de sódio recebido na fase de crescimento. Rações para codornas japonesas na fase de 1 a 42 dias devem ser formuladas com 0,12 a 0,23% de sódio.

Palavras-chave: água, balanço eletrolítico, bicarbonato, conversão, desempenho, sal

## Levels sodium for japanese quails in the growing phase

**ABSTRACT** - The objective of this work was to evaluate the effects of sodium levels in the diet for the growing phase on the performance of Japanese quails during the the growth and production phases. It was used 480 quails at 1 day of age distributed in a completely randomized design with six diets containing 0.07; 0.12; 0.17; 0.22; 0.27 and 0.32% of sodium, evaluated with eight repetitions of ten birds per experimental unit. In the phase from 1 to 21 days of age, level of sodium had a linear effect on feed and water intake and a quadratic effect on weight gain and feed conversion whose best values were obtained with the levels of 0.23% and 0.21% of sodium, respectively. However, from 21 to 42 days of age, the increase in the level of sodium did not affect feed intake but it promoted a linear reduction of weight gain, increase on water consumption and a worse in feed conversion. In the complete period (1 to 42 days of age), the increase of sodium levels in the diet linearly increased water consumption and moisture of excreta and quadratically affected digestibility of dry matter (DM), nitrogen and gross energy (GE) and the values of apparent metabolizable energy (AME) and apparent corrected energy (AMEn). Optimum levels of 0.20% and 0.27% were calculated for coefficients of DM and nitrogen digestibilities and 0.19% for coefficients of digestibility of gross energy, AME and AMEn. In general, the performance of quails during the laying period is not influenced by the sodium levels received in the growing phase. Feeds for Japanese quails at 1 to 42 days of age should be formulated with sodium levels between 0.12% and 0.23%.

Key Words: bicarbonate, conversion, electrolyte balance, performance, salt, water

### Introdução

O sódio é um mineral de grande importância para o funcionamento normal do metabolismo das aves por estar envolvido em diversos processos fisiológicos, como a manutenção da pressão osmótica e do equilíbrio eletrolítico.

Apesar da essencialidade do sódio na alimentação das aves, os estudos para determinação das exigências desse mineral, durante algum tempo, despertaram pouco interesse em relação ao de outros macrominerais. Segundo Barros et al. (2001) e Murakami et al. (2006), esse fato pode estar relacionado, principalmente, ao baixo custo das fontes

suplementares normalmente empregadas (cloreto ou bicarbonato de sódio) em rações à base de milho e farelo de soja. Entretanto, problemas sanitários e de ambiência, provocados pelo aumento na umidade das excretas com o excesso de sal comum nas rações para aves, têm incentivado a realização de pesquisas na tentativa de definir os níveis adequados desse mineral para aves.

A determinação do nível adequado de sódio em rações para codornas, assim como para outras aves, pode contribuir para obtenção de melhor desempenho e melhoria da produção e qualidade dos ovos. Na literatura, são encontradas algumas pesquisas com a determinação das exigências de sódio nas fases de crescimento e postura para codornas e as recomendações variam entre pesquisadores: Shim & Vohra (1984), por exemplo, sugeriram o nível de 0,12% de sódio para codornas japonesas em crescimento e em postura, valor inferior ao recomendado pelo NRC (1994), de 0,15% de sódio para essas mesmas fases.

Assim, realizou-se essa pesquisa com o objetivo de avaliar os efeitos seis níveis de sódio em rações para codornas japonesas na fase de crescimento e seus efeitos sobre o desempenho dessas aves nas fases de crescimento e produção.

## Material e Métodos

Foram utilizadas 480 codornas japonesas de 1 dia de idade e peso médio de 6,8 g, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com seis dietas, formuladas a partir de uma ração basal contendo 0,07% de sódio e suplementada com nível 0,0; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 ou 0,25% de sódio, totalizando 0,07; 0,12; 0,17; 0,22; 0,27 e 0,32%, avaliadas com oito repetições com dez aves por unidade experimental.

Inicialmente, as codornas foram pesadas e alojadas em 6 boxes (1,0 m × 1,5 m) com piso revestido por maravalha até o 11º dia de idade. A ração foi oferecida em comedouros tipo bandeja e aquecidas com lâmpadas incandescentes de 100 watts. Aos 11 dias, foram novamente pesadas, redistribuídas e transferidas para gaiolas de recria com 26 cm × 52 cm × 20 cm contendo um comedouro tipo calha.

Durante toda a fase de crescimento, as rações e a água foram fornecidas à vontade. Para o fornecimento de água às codornas, foram utilizados bebedouros adaptados para facilitar a medição diário do consumo, pela diferença entre o oferecido e as sobras, utilizando-se proveta com capacidade de 1 L e subdivisões de 10 mL.

As aves foram vacinadas contra newcastle por via ocular e debicadas aos 10 dias de idade. Até o décimo dia, foram mantidas em programa de iluminação de 24 horas por

dia (luz natural e artificial) e, a partir dessa idade, até os 42 dias, apenas luz natural. A mortalidade das aves foi contabilizada para que pudesse ser feita a correção para consumo de ração e conversão alimentar.

As rações (Tabela 1) foram compostas de milho e farelo de soja e formuladas segundo recomendações nutricionais em energia metabolizável, proteína bruta, aminoácidos, cálcio e fósforo constantes no NRC (1994), considerando os dados de composição de alimentos descritos por Rostagno et al. (2005), e as análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

Os níveis de cloro (Cl) e potássio (K) foram mantidos constantes em todas as rações; o nível de cloro foi mantido de acordo com as recomendações do NRC (1994) e o potássio oriundo da utilização do farelo de soja como principal fonte de proteína. A suplementação de sódio foi realizada com a inclusão de bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>) e cloreto de sódio (NaCl). Para manutenção dos mesmos níveis de cloro nas rações, utilizou-se o cloreto de amônio (NH<sub>4</sub>Cl).

O balanço eletrolítico das rações experimentais (Tabela 1) foi calculado segundo Mongin (1980) utilizando-se a fórmula: N° de Mongin (NM) = mEqNa<sup>+</sup> + mEqK<sup>+</sup> - mEqCl<sup>-</sup> (mEq/kg). O cálculo do número de Mongin foi realizado considerando os valores percentuais de eletrólitos, por meio da seguinte fórmula: NM = %Na<sup>+</sup> × 10000/22,990\* + %K<sup>+</sup> × 10000/39,102\* - %Cl<sup>-</sup> × 10000/35,453\* (\*equivalente-grama de sódio, cloro e potássio, respectivamente).

A temperatura e umidade relativa do ar no interior do galpão foram medidas com termômetro de máxima e mínima e psicrômetro, respectivamente, com leituras às 8 h e 16 h e registro diário dos dados. Ao final de cada período experimental, foram calculados as médias das temperaturas máximas e mínimas e os valores de umidade relativa do ar.

Na fase de crescimento, foram avaliados o consumo de ração (g/ave), o ganho de peso (g/ave), a conversão alimentar e o consumo de água (mL/ave/dia). Para avaliar os efeitos dos níveis de sódio na ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e umidade das excretas, aos 14 dias de idade das aves, iniciou-se a coleta total de excretas, que foi realizada duas vezes ao dia, às 8 h e 16 h, durante quatro dias. Diariamente, após a coleta, o material foi encaminhado ao laboratório para secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Em seguida, as amostras foram trituradas em moinho tipo faca e, assim como as rações experimentais, foram acondicionadas em frascos e encaminhadas ao laboratório para determinação dos teores de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB), segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Tabela 1 - Composição percentual e nutricional calculada e balanço eletrolítico das rações experimentais

	Nível de sódio (%)						Postura
	0,07	0,12	0,17	0,22	0,27	0,32	
Composição em ingredientes							
Milho	54,29	54,24	53,85	53,46	53,06	52,68	57,05
Farelo de soja	42,03	42,03	42,11	42,18	42,26	42,33	33,18
Óleo de soja	0,97	0,99	1,12	1,25	1,39	1,52	2,20
Calcário	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	5,55
Fosfato bicálcico	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	1,24
DL-metionina	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00
Premix inicial <sup>1</sup> e postura <sup>2</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50
Cloreto de amônia	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bicarbonato de sódio	0,00	0,01	0,19	0,38	0,56	0,75	0,00
Sal comum	0,06	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,28
Composição nutricional calculada							
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína bruta (%)	23,80	23,80	23,80	23,80	23,80	23,80	20,00
Lisina (%)	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,07
Metionina + cistina (%)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,74
Metionina (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,42
Treonina (%)	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,78
Triptofano (%)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,25
Cálcio (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	2,50
Fósforo disponível (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,35
Sódio (%)	0,07	0,12	0,17	0,22	0,27	0,32	0,15
Cloro (%)	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,19
Potássio (%)	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	-
BE (mEq/kg)	231,36	253,10	274,85	296,60	318,35	340,10	-

<sup>1</sup> Composição por kg do produto: ácido fólico - 138 mg; pantotenato de cálcio - 2.700 mg; antioxidante - 500 mg; biotina - 13,8 mg; cobalto - 25 mg; cobre - 2.500 mg; colina - 111.450 mg; ferro - 6.250 mg; iodo - 260 mg; manganês - 13.000 mg; metionina - 300 mg; niacina - 6.875 mg; vit. B6 - 550 mg; colistina - 1.750 mg; vit. B2 - 1.375 mg; Se - 45 mg; vit. B1 - 550 mg; vit. A - 2.150.000 UI; vit. B12 - 2.750 mcg; vit. D3 - 550.000 UI; vit. E - 2.750 UI; vit. K - 400 mg; Zn - 11.100 mg; silicatos - 20.000 mg.

<sup>2</sup> Composição por kg do produto: ácido fólico - 400 mg; pantotenato de cálcio - 3.000 mg; antioxidante - 2.000 mg; biotina - 10 mg; cobre - 2.000 mg; colina - 126.000 mg; ferro - 20.000 mg; iodo - 200 mg; manganês - 18.000 mg; metionina - 217.800 mg; niacina - 7.000 mg; vit. B6 - 800 mg; colistina - 1.400 mg; vit. B2 - 1.200 mg; selênio - 100 mg; vit. B1 - 800 mg; vit. A - 2.000.000 UI; vit. B12 - 1.000 mcg; vit. D3 - 500.000 UI; vit. E - 1.000 UI; Zn - 14.000 mg; biotina - 10 mg; menadiona - 500 mg; bacitracina de Zn - 10.000 mg.

Com base nos resultados, foram calculados a umidade das excretas (%), os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, nitrogênio, energia bruta e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) das rações, com base nas recomendações de Matterson et al. (1965).

Para avaliar o efeito dos níveis de sódio utilizados na ração da fase inicial sobre o desempenho das codornas na fase de produção, a partir de 42 dias, sete aves de cada parcela experimental foram transferidas para o galpão de produção, onde permaneceram por 63 dias, divididos em três períodos de 21 dias.

As aves foram alojadas em gaiolas de postura (33 cm × 23 cm × 16 cm) com comedouros do tipo calha, bebedouro tipo *nipple* e coletor de ovos. Todas as codornas receberam a mesma ração de postura (Tabela 1), formulada segundo recomendações nutricionais propostas pelo NRC (1994).

O programa de luz utilizado nessa fase consistiu de um estímulo inicial de 14 horas de luz, com acréscimos semanais de 15 minutos até completar 16 horas (natural e artificial), e iluminação artificial com lâmpadas fluorescentes de 40 watts. A coleta de ovos foi feita diariamente às 8 h.

Os parâmetros avaliados na fase de produção foram consumo de ração (g/ave/dia), porcentagem de postura (%/ave/dia), peso do ovo (g), massa de ovo (g/ave/dia) e conversão alimentar (g/g).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAS (2000). Os dados da fase de crescimento foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado e os da fase de produção segundo um modelo fatorial 6 × 3 (níveis de sódio × períodos). Para que as exigências de sódio fossem estimadas, os dados foram submetidos à análise de regressão pelo modelo de regressão quadrática. A comparação das médias foi realizada pelo teste SNK (5%).

## Resultados e Discussão

As médias de temperatura ambiente mínima e máxima e umidade relativa na fase de crescimento durante o experimento foram 22,5°C ± 3,22, 31,75°C ± 0,76 e 79%, respectivamente. O consumo de ração (Tabela 2) no período de 1 a 21 dias teve aumento linear ( $\hat{Y} = 187,80 + 35,39X$ ,  $r^2 = 0,15$ ) com o acréscimo de sódio na ração,

Tabela 2 - Desempenho de codornas de postura na fase de crescimento alimentadas com rações suplementadas com sódio

	Nível de sódio (%)						CV (%)
	0,07	0,12	0,17	0,22	0,27	0,32	
1 a 21 dias de idade							
Consumo de ração (g/ave)	182,74c	202,50a	194,76b	193,12b	195,40b	199,72ba	2,68
Ganho de peso (g/ave)	77,59c	88,28a	86,67ba	84,30b	84,86b	86,81ba	2,92
Conversão alimentar (g/g)	2,34a	2,29ba	2,25b	2,29ba	2,30ba	2,30ba	2,26
Consumo de água(mL/ave/dia)	20,77c	23,40ba	24,00ba	23,06b	23,98ba	24,97a	5,05
21 a 42 dias de idade							
Consumo de ração (g/ave)	333,07a	342,71a	337,28a	336,58a	336,96a	331,65a	5,02
Ganho de peso (g/ave)	61,49a	57,40ab	56,35ab	57,44ab	54,84b	53,81b	6,97
Conversão alimentar (g/g)	5,43b	5,99a	6,00a	5,88a	6,16a	6,18a	6,49
Consumo de água (mL/ave/dia)	33,04a	32,68a	33,91a	34,33a	34,23a	35,79a	7,48
1 a 42 dias de idade							
Consumo de ração (g/ave)	515,81a	545,21a	531,99a	529,69a	532,36a	531,37a	4,00
Ganho de peso (g/ave)	139,09a	145,68a	143,02a	141,74a	139,70a	140,62a	3,61
Conversão alimentar (g/g)	3,71a	3,74a	3,72a	3,74a	3,81a	3,78a	3,35
Consumo de água(mL/ave/dia)	26,75b	27,93ab	28,83ab	28,55ab	28,98ab	30,25a	5,52

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste SNK.

enquanto, nos períodos de 21 a 42 e de 1 a 42 dias, as análises de regressão não indicaram efeito significativo dos níveis de sódio sobre essa variável.

De acordo com os resultados do teste de médias, no período de 1 a 21 dias, o nível de 0,07% de sódio foi o que promoveu o mais baixo consumo de ração, enquanto o de 0,12% promoveu o maior consumo. Não houve diferença significativa entre os níveis 0,12 e 0,32% nem entre os níveis 0,17; 0,22; 0,27 e 0,32% de sódio. Nos períodos de 21 a 42 e de 1 a 42 dias de idade, não houve diferença significativa entre as médias dos níveis de sódio.

É possível que a diferença no consumo de ração entre os níveis de sódio nos períodos de crescimento se deva às mudanças dos efeitos desses níveis com o avançar da idade, modificando a ingestão de alimento pelas codornas. Assim, a ausência de diferença significativa entre os níveis avaliados no período de 21 a 42 dias acabou influenciando no resultado do período total de crescimento (1 a 42 dias de idade), já que o consumo nesse período tem maior participação no cálculo do consumo do período total.

Os resultados obtidos nesta pesquisa para o período de 1 a 21 dias de idade diferem dos relatados por Goulart et al. (2008), que não observaram efeito significativo dos níveis de sódio sobre o consumo de ração em codornas nessa fase. Os resultados do período total de crescimento (1 a 42 dias de idade), no entanto, estão de acordo com os relatados por Rocha et al. (2005) em codornas no período de 28 a 35 dias de idade e Goulart et al. (2008) com codornas de 1 a 21 dias de idade.

Na literatura, os efeitos dos níveis de sódio sobre o consumo de ração por frangos de corte também têm sido

variáveis; há relatos de reportado efeito quadrático (Barros et al., 2001) e até de ausência de efeitos (Silva et al., 2006) no período de 1 a 21 dias de idade. Por outro lado, o aumento da ingestão de alimento pelas aves com o aumento do nível de sódio da ração tem sido associado ao aumento da ingestão de água pelas aves alimentadas com níveis mais elevados de sódio (Penz Junior, 1998). Conforme destacado por Ribeiro (2007), a mudança na palatabilidade da ração, ocasionada pela deficiência ou pelo excesso de sódio, influencia diretamente no consumo de ração pelas aves. Entretanto, Murakami et al. (1997) avaliaram as exigências de sódio e cloro em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade e observaram que o consumo de ração não é influenciado pelo conteúdo de sódio, e sim pelos níveis de cloro das rações.

Os níveis de sódio nesta pesquisa tiveram efeito quadrático no ganho de peso ( $\hat{Y} = 73,34 + 116,67X - 250,15X^2$ ,  $r^2 = 0,29$ ) no período de 1 a 21 dias e efeito linear ( $\hat{Y} = 61,90 - 25,71X$ ,  $r^2 = 0,24$ ) no período de 21 a 42 dias de idade. Entretanto, no período total de crescimento (1 a 42 dias de idade), a análise de regressão foi não-significativa.

Conforme a equação obtida para o período de 1 a 21 dias, o ganho de peso melhorou com o acréscimo de sódio na ração, atingindo valor máximo no nível estimado de 0,23% e diminuindo em seguida. Entretanto, no período de 21 a 42 dias, houve redução linear com o acréscimo de sódio na ração, e essa redução foi de cerca de 25,71 g/ave ou 1,22 g/ave/dia para cada 1% de aumento do nível de sódio.

A comparação dos resultados pelo teste de médias para o período de 1 a 21 dias comprovou menor ganho de peso nas aves alimentadas com as rações com 0,07% de sódio. Além disso, o maior ganho foi obtido com o nível de 0,12%

e não houve diferença significativa entre os níveis 0,12; 0,17 e 0,32% nem entre os níveis 0,17; 0,22; 0,27 e 32% de sódio. No período de 21 a 42 dias, as codornas alimentadas com 0,07% de sódio apresentaram o maior ganho de peso, contudo, esse resultado não diferiu significativamente do obtido com os níveis 0,12; 0,17 e 0,22%. O menor ganho de peso, no entanto, foi observado nas aves que consumiram a ração contendo 0,27 e 0,32% de sódio e não houve diferença significativa entre esses resultados e aqueles obtidos com os níveis 0,12; 0,17 e 0,22%. No período total de crescimento (1 a 42 dias de idade), não houve diferença significativa entre as médias dos níveis de sódio.

Os efeitos dos níveis de sódio no ganho de peso na fase de 1 a 21 dias são semelhantes aos reportados por Goulart et al. (2008) para codornas de postura e por Raquel et al. (2008) para codornas de corte no período 1 a 21 dias de idade. Esses pesquisadores verificaram aumento no ganho de peso com o acréscimo de sódio na ração e recomendaram, respectivamente, os níveis de 0,22 e 0,25% de sódio na ração.

Alguns pesquisadores (Penz Junior, 1998; Barros et al., 2001) sugeriram que a melhoria no ganho com o aumento do nível de sódio pode estar associada ao maior consumo de ração das aves que consumiram mais sódio. Todavia, neste estudo a melhora no ganho de peso com o acréscimo do sódio nas rações parece não ter sido, exclusivamente, uma resposta ao maior consumo de ração, visto que as aves alimentadas com 0,07% de sódio apresentaram o menor consumo e ganho de peso na fase de 1 a 21 dias de idade, entretanto, na fase de 21 a 42 essas aves apresentaram maior ganho de peso sem que houvesse diferença significativa do consumo de ração entre os níveis estudados.

Por outro lado, Barros et al. (2004) sugeriram que níveis elevados de sódio podem, de alguma forma, comprometer o desempenho das aves e que a queda no desempenho poderia ser causada diretamente pela toxidez do mineral em excesso ou, ainda, por um aumento do gasto de energia pela bomba de Na-K para o controle da homeostase corporal, que estaria comprometida pelo aumento excessivo da quantidade de sódio no organismo animal.

O comportamento do ganho de peso das codornas com o aumento dos níveis de sódio no período de 21 a 42 dias foi semelhantes ao observado por Rocha et al. (2005). Avaliando a exigência de sódio para codornas japonesas de 21 a 35 dias de idade, esses autores verificaram queda no ganho de peso de 1,67 g/ave/dia a cada aumento de 1% do nível de sódio da ração.

A ausência de efeito significativo dos níveis de sódio sobre o ganho de peso no período de 1 a 42 dias de

idade pode ser atribuída a uma sobreposição dos resultados das fases de 1 a 21 e de 21 a 42 dias de idade. Esse efeito tornou-se evidente nas codornas que receberam o nível de 0,07% de sódio, cujo ganho de peso piorou na fase de 1 a 21 dias de idade e melhorou na fase de 21 a 42 dias de idade, não diferindo do obtido nos demais níveis quando calculado o ganho na fase total de crescimento (1 a 42 dias de idade).

Para a conversão alimentar, observou-se efeito quadrático ( $\hat{Y} = 2,44 - 1,56X + 3,70X^2$ ,  $r^2 = 0,19$ ) dos níveis de sódio no período de 1 a 21 dias e efeito linear ( $\hat{Y} = 5,48 + 2,36X$ ,  $r^2 = 0,21$ ) no período de 21 a 42 dias. A análise de regressão não foi significativa para o período total (1 a 42 dias de idade).

Conforme as equações obtidas, no período de 1 a 21 dias de idade, a conversão alimentar das codornas melhorou com o acréscimo de sódio e atingiu o melhor resultado no nível estimado de 0,21% de sódio e piorou com o aumento do sódio acima desse nível. Na fase de 21 a 42 dias, a conversão alimentar teve redução linear de 2,36 pontos a cada 1% de aumento nos níveis de sódio da ração.

Pelo teste de médias, no período de 1 a 21 dias, as codornas alimentadas com a ração contendo 0,07% de sódio apresentaram a pior conversão alimentar e aquelas que consumiram a ração com 0,17% de sódio, a melhor conversão, entretanto, só houve diferença significativa entre os níveis 0,07 e 0,17%. Não houve diferença significativa entre esses e os demais níveis avaliados. No período de 21 a 42 dias de idade, a melhor conversão alimentar foi obtida nas codornas alimentadas com ração contendo 0,07% de sódio e não houve diferenças significativas entre os demais níveis. No período de 1 a 42 dias de idade, não houve diferença significativa entre as médias dos níveis de sódio.

Assim como para o ganho de peso, a ausência de efeito significativo na conversão alimentar no período total de crescimento (1 a 42 dias de idade) deve-se à sobreposição de resultados da fase de 1 a 21 e 21 a 42 dias de idade. Os dados obtidos neste estudo comprovam que as codornas alimentadas com rações deficientes ou com níveis elevados de sódio nas fases de 1 a 21 dias de idade e 21 a 42 dias de idade tiveram o desempenho prejudicado. Segundo Gal-Garber et al. (2003) e Barros et al. (2004), deficiência ou excesso de sódio reduz a absorção de aminoácidos e monossacarídeos pelo trato gastrintestinal, cujo transporte é altamente dependente da bomba de sódio. Níveis marginais desse mineral podem afetar o comportamento cinético do intestino delgado das aves, já que a afinidade da bomba de sódio diminui, comprometendo a conversão alimentar, uma vez que piora as taxas de ganho de peso.

A melhor conversão alimentar obtida com o nível de 0,21% de sódio na ração no período de 1 a 21 dias foi próxima à do nível ótimo obtido por Goulart et al. (2008), de 0,22% de sódio para codornas poedeiras na fase de 1 a 21 dias de idade. Para o período de 21 a 42 dias, o nível de 0,07% de sódio na ração proporcionaria bom desempenho, recomendação próxima à de Rocha et al. (2005), de 0,045% de sódio para essa mesma fase. Esses resultados sugerem possíveis mudanças nas respostas das codornas aos níveis de sódio da ração com o avançar da idade, ou seja, maior exigência até 21 dias e menor após esse período.

Contudo, durante o período de 1 a 42 dias, a conversão alimentar não diferiu significativamente entre os níveis de sódio, e isso sugere que a exigência de sódio durante o período total (1 a 42 dias) é próxima ao nível mínimo utilizado (0,07%) nesta pesquisa, não havendo necessidade de maiores quantidades de sódio na ração para melhorar o desempenho, desde que exista a possibilidade de recuperação da condição corporal por meio de crescimento compensatório pelas aves alimentadas com as rações deficientes ou com excesso de sódio na fase de 1 a 21 dias de idade.

A influência dos níveis de sódio sobre a conversão alimentar de frangos de corte varia também com o período da fase de crescimento estudada. Pesquisas realizadas com aves no período de 1 a 21 dias comprovam melhor conversão alimentar com 0,29% (Rondón et al., 2000) e 0,25% (Barros et al., 2001) de sódio, enquanto, no período de 21 a 42 dias de idade, as exigências foram de 0,15% (Murakami et al., 1997) e 0,26% (Barros et al., 2004). Existem, portanto, controvérsias nas pesquisas publicadas, o que requer a realização de mais estudos, a fim de gerar resultados para definição dos níveis nutricionais mais adequados para formulação de rações para essas aves.

O consumo de água teve aumento linear nos períodos de 1 a 21 dias ( $\hat{Y} = 20,77 + 13,02X$ ,  $r^2 = 0,43$ ), 21 a 42 dias ( $\hat{Y} = 31,96 + 10,53X$ ,  $r^2 = 0,13$ ) e 1 a 42 ( $\hat{Y} = 26,23 + 11,81X$ ,  $r^2 = 0,32$ ) dias de idade. O teste de médias comprovou que, no período de 1 a 21 dias, o consumo de água foi menor nas aves alimentadas com a ração contendo o menor nível

(0,07%), enquanto o maior consumo foi obtido com 0,32% de sódio e não diferiu estatisticamente dos níveis 0,12; 0,17 e 0,27%. No período de 21 a 42 dias, não houve diferença significativa entre as médias. O teste de comparação de médias no período de 1 a 42 dias mostrou diferença significativa, de modo que o menor consumo foi obtido com o nível de 0,07% de sódio; o maior com 0,32%; e os valores intermediários com os dois níveis extremos.

Aumento no consumo de água ocasionado pelo acréscimo nos níveis de sódio também foi observado por Goulart et al. (2008) em codornas na fase de 1 a 21 dias de idade e por Silva et al. (2006) em frangos de corte na fase de crescimento. De acordo com Barros et al. (2004), o aumento na ingestão de água com o aumento dos níveis de sódio na ração pode estar relacionado à necessidade das aves de manter a homeostase corporal. Segundo Ribeiro (2007), o excesso de sódio consumido aumenta a osmolaridade do plasma e, através de mecanismos neuro-hormonais, a ave desenvolve a sensação de sede, causando aumento da ingestão de água para que o excesso de sódio seja excretado.

De acordo com a análise de regressão (Tabela 3), a umidade das excretas aumentou linearmente ( $\hat{Y} = 68,98 + 16,59X$ ,  $r^2 = 0,16$ ) de acordo com os níveis de sódio. Pelo teste de comparação das médias, o nível de 0,07% de sódio resultou em menor umidade das excretas, enquanto a maior umidade foi verificada nas excretas das aves que receberam o nível de 0,32% de sódio.

O aumento da umidade das excretas com o acréscimo de sódio na ração de aves tem sido relacionado à maior ingestão de água pelas aves como forma de manter a homeostasia corporal (Vena et al., 1990). Como o consumo de água aumentou de acordo com os níveis de sódio da ração, a umidade das excretas teve o mesmo comportamento, já que a ave excreta o excesso de sódio pela urina para manter o balanço eletrolítico (Wideman & Buss, 1985; Borges et al., 2004; Silva et al., 2006).

Segundo Macari (1996), citado por Ribeiro (2007), a adição de sais na ração (sódio, potássio, e outros) provoca sensação de sede nas aves e estimula o consumo de água,

Tabela 3 - Umidade das excretas, coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e valores de energia e nitrogênio das rações

	Nível de sódio na ração						CV
	0,07	0,12	0,17	0,22	0,27	0,32	
Umidade das excretas	68,99b	71,89ab	72,30ab	73,30ab	72,59ab	74,18a	4,57
Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (%)	70,52b	71,18ab	71,75a	70,97ab	71,39ab	70,71b	0,94
Coeficiente de digestibilidade do nitrogênio (%)	46,80b	52,92a	51,17a	53,50a	54,09a	53,97a	4,37
Coeficiente de digestibilidade da energia bruta (%)	71,97a	72,83a	72,89a	73,14a	72,64a	72,02a	1,40
Energia metabolizável aparente (kcal/kg de MS)	2.915d	3.050b	2.967c	3.108a	3.007c	2.917d	1,39
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg de MS)	2.741d	2.839b	2.768c	2.889a	2.787c	2.700d	1,36

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação (%).

no entanto, não quebra de homeostase, pois todo o excesso de água ingerido é excretado pelos rins resultando em fezes moles. Segundo Murakami et al. (2003), esse aumento na umidade das excretas pode representar um problema, pois contribui para o desenvolvimento e a proliferação de moscas nas instalações e áreas próximas à granja.

Os níveis de sódio tiveram efeito quadrático sobre o coeficiente de digestibilidade da matéria seca ( $\hat{Y} = 69,39 + 20,89X - 52,38X^2$ ,  $r^2=0,19$ ), do nitrogênio ( $\hat{Y} = 42,64 + 84,55X - 155,71X^2$ ,  $r^2=0,46$ ) e da energia bruta ( $\hat{Y} = 70,48 + 26,71X - 68,56X^2$ ,  $r^2=0,17$ ) e sobre os valores de energia metabolizável aparente ( $\hat{Y} = 2,728 + 3,356X - 8,568X^2$ ,  $r^2=0,44$ ) e energia metabolizável aparente corrigida ( $\hat{Y} = 2,584 + 2,784X - 7,489X^2$ ,  $r^2=0,45$ ). De acordo com as equações obtidas na análise de regressão, a digestibilidade da matéria seca aumentou até 0,20%, a do nitrogênio até 0,27% e a da energia bruta e os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida até o nível de 0,19% de sódio, reduzindo em seguida.

De acordo com os resultados obtidos na comparação de médias, o menor coeficiente de digestibilidade da matéria seca ocorreu nos níveis 0,07 e 0,32% de sódio, que não diferiram estatisticamente dos níveis de 0,12; 0,22 e 0,27%. O menor coeficiente de digestibilidade do nitrogênio ocorreu

no nível de 0,07% de sódio, enquanto os demais níveis não diferiram entre si. A energia metabolizável aparente e aparente corrigida foi maior nas aves alimentadas com a ração contendo 0,22% de sódio e menor naquelas alimentadas com rações contendo 0,07 e 0,32% de sódio.

A redução na digestibilidade dos nutrientes e nos valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida comprova os efeitos negativos provocados pelo excesso e pela deficiência de sódio na alimentação das aves. Segundo alguns autores (Murakami, 2000; Barros et al., 2001; Furlan et al., 2002), o sódio, além de outras funções, atua na absorção de glicose, aminoácidos como lisina e arginina, cálcio, fósforo e vitaminas hidrossolúveis. Níveis marginais desse mineral nas rações reduzem a absorção desses nutrientes pelo trato gastrointestinal, cujo transporte é altamente dependente da bomba de sódio, prejudicando, portanto, o aproveitamento dos nutrientes da ração e o desempenho das aves.

Conforme a análise estatística dos dados (Tabela 4), não houve interação entre o período de avaliação e os níveis de sódio da ração para nenhuma das variáveis, o que indica independência nas respostas aos níveis de sódio durante a fase do ciclo de postura. Verificou-se, no entanto, diferença

Tabela 4 - Desempenho de codornas japonesas na fase de produção alimentadas na fase de crescimento com rações suplementadas com sódio

Período	Nível de sódio na ração de crescimento (%)						Média <sup>1</sup>
	0,07	0,12	0,17	0,22	0,27	0,32	
	Consumo de ração (g/ave/dia)						
1	20,57	21,30	21,05	20,04	20,37	19,99	20,05c
2	22,15	24,07	23,98	23,28	24,44	22,44	23,42b
3	24,23	27,13	25,30	25,06	25,30	23,71	25,12a
Média <sup>2</sup>	22,33b	24,17a	23,39ab	22,75ab	23,32ab	22,01b	-
	% Postura (ave/dia)						
1	40,49	47,02	46,97	40,00	46,67	40,76	43,65c
2	74,02	90,56	82,38	76,71	85,75	83,25	82,21b
3	92,69	92,63	94,30	86,65	95,24	91,50	92,17a
Média <sup>2</sup>	68,61a	75,48a	73,84a	66,98a	75,46a	70,80a	-
	Peso do ovo (g)						
1	10,21	10,41	10,30	10,22	9,58	10,22	10,15c
2	10,42	10,73	10,33	10,40	10,47	10,44	10,47b
3	10,64	11,02	10,73	10,76	10,72	10,62	10,75a
Média <sup>2</sup>	10,43a	10,72a	10,46a	10,46a	10,25a	10,42a	-
	Massa de ovo (g/ave/dia)						
1	4,10	4,89	4,86	4,10	4,60	4,16	4,45c
2	7,69	9,72	8,51	8,00	8,97	8,70	8,61b
3	9,86	10,20	10,11	9,28	10,21	9,71	9,90a
Média <sup>2</sup>	7,18ab	8,14a	7,76ab	7,05b	7,88ab	7,42ab	-
	Conversão alimentar (g/g)						
1	5,65	4,45	4,48	5,09	5,28	5,16	5,01a
2	3,00	2,48	2,86	3,17	2,77	2,59	2,80b
3	2,47	2,68	2,56	2,72	2,48	2,44	2,55b
Média <sup>2</sup>	3,77a	3,27a	3,34a	3,70a	3,54a	3,47a	-

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste SNK.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste SNK.

significativa das variáveis entre os três períodos avaliados na fase de postura.

Conforme a análise de regressão, o efeito dos níveis de sódio sobre as variáveis de desempenho não foi significativo para nenhuma das variáveis avaliadas. De acordo com o teste de médias, as aves alimentadas com ração inicial contendo 0,12% de sódio apresentaram o maior consumo na fase de postura, entretanto, apenas nesse nível de sódio, os resultados diferiram dos obtidos com as aves dos níveis 0,07 e 0,32%. Para a massa de ovo, a diferença significativa ficou restrita entre as aves alimentadas com as rações com 0,12 e 0,22% de sódio.

O maior consumo pelas aves alimentadas com 0,12% de sódio pode ser atribuído ao seu maior peso corporal ao final da fase inicial e, conseqüentemente, durante toda fase de postura. Por serem maiores, essas aves também produziram ovos com maior peso absoluto, o que acabou influenciando nos resultados da massa de ovo.

Na comparação entre períodos, o consumo de ração, a taxa de postura, o peso e a massa de ovo aumentaram e a conversão alimentar melhorou com o avanço da idade das aves. O aumento no consumo de ração está associado ao crescimento normal das codornas ainda na fase de produção. O peso corporal também possibilitou aumento no tamanho do ovo, o qual levou ao aumento da massa de ovos produzida com o aumento da produção. A conversão alimentar melhorou entre os períodos, em decorrência do aumento na produção e na massa de ovo.

Esses resultados estão associados ao início da vida produtiva das aves produtoras de ovos. Normalmente, ao início da maturidade sexual, o peso corporal e do ovo é menor e, juntamente com a produção de ovos, aumenta gradativamente com a idade das aves até atingir o limite máximo característico de cada espécie ou linhagem.

Os resultados obtidos na fase de postura comprovam pouca influência do nível de sódio recebido pelas aves na fase de crescimento. Esse resultado pode ser associado à ausência de diferenças expressivas entre os níveis avaliados ao final da fase de crescimento (42 dias de idade).

Com base nas estimativas das equações de regressão obtidas para desempenho das aves na fase de 1 a 21 dias, nos coeficientes de digestibilidade de nutrientes e nos valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida, pode-se recomendar que rações para codornas japonesas na fase de crescimento sejam formuladas com no máximo 0,23% de sódio. Por outro lado, pode ser arriscado apostar no crescimento compensatório com a utilização de níveis reduzidos de sódio temeroso. É recomendável, portanto, que as rações para essa fase tenham no mínimo 0,12% de sódio.

## Conclusões

Recomenda-se que rações para codornas japonesas na fase de crescimento (1 a 42 dias) sejam formuladas com 0,12 a 0,23% de sódio.

## Referências

- BARROS, J.M.S.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência nutricional de sódio para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1044-1051, 2001 (supl.1).
- BARROS, J.M.S.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. 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, n.6, p.1721-1733, 2004 (supl. 1).
- FURLAN, R.L.; SILVA, A.V.F.; BORGES, S.A. et al. Equilíbrio ácido-básico. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds.) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p.51-76.
- GAL-GARBER, O.; MABJEESH, S.J.; SKLAN, D. et al. Nutrient transport in the small intestine: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> - atpase expression and activity in the small intestine of the chicken as influenced by dietary sodium. **Poultry Science**, v.82, p.1127-1133, 2003.
- GOULART, C.C.; LIMA, M.R.; COSTA, F.G.P. et al. Exigência de sódio para codornas japonesas em crescimento de 1 a 21 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [2008]. (CD-ROM).
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p.
- 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.; WATKINS, E.A.; SALEH, J.A. et al. Estimation of the sodium and chloride requirements for the young broiler chick. **Journal of Applied Poultry Research**, v.6, n.1, p.155-162, 1997.
- MURAKAMI, A.E. Balanço eletrolítico e sua influência sobre desempenho dos ossos de frango. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: Apinco, 2000. p.33-61.
- MURAKAMI, A.E.; FIGUEIREDO, D.F.; PERUZZI, A.Z. et al. Níveis de sódio para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1647-1680, 2003 (supl.1).
- MURAKAMI, A.E.; SAKAMOTO, M.I.; SOUZA, L.M. et al. Determinação do melhor nível de sal comum para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.8, p.2333-2337, 2006.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Committee on Animal Nutrition. Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science - NAS, 1994. 155p.
- OVIEDO RONDON, E.O.; MURAKAMI, A.E.; MORAES, E.R.G. et al. Exigência nutricional de sódio de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.1, p.73-76, 1999.
- PENZ JUNIOR, A.M. Nutrição na primeira semana. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE PINTOS DE CORTE NA PRIMEIRA SEMANA, 1998, Campinas. **Anais...** Campina: FACTA, 1998. p.121-129.
- RAQUEL, D.L.; LIMA, R.C.; FREITAS, E.R. et al. Níveis de sódio para codornas de corte no período de 1 a 21 dias. In: REUNIÃO



- ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [2008]. (CD-ROM).
- RIBEIRO, M.L.G. **Níveis de sódio na ração de frangas e de galinhas poedeiras durante o primeiro e segundo ciclos de postura.** 2007. 128f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- ROCHA, J.K.P.; SILVA, J.H.V.; MURAKAMI, A.E. et al. Exigência de sódio para codornas japonesas (*coturnix coturnix japônica*) de 21 a 35 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/ Gmosis, [2005]. (CD-ROM).
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos:** composição de alimentos e exigências nutricionais. 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 186p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 165p.
- SILVA, J.D.B.S.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. et al. Níveis de sódio em rações de pintos de corte na fase inicial. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.84-90, 2006.
- SHIM, K.F.; VOHRA, P. A review of the nutrition of Japanese quail. **World Poultry Science Journal**, v.40, n.3, p.261-74, 1984.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS/STAT:** user's guide. Version 7.0. Cary: 2000. 325p.
- VENA, V.E.; LAC, T.H.; WIDEMAN, R.F. Dietary sodium, glomerular filtration rate, autorregulation and glomerular size distribution profiles in domestic fowl (*Gallus gallus*). **Journal of Comparative Physiology**, v.160, n.1, p.7-16, 1990.
- WIDEMAN, R.F.; BUSS, E.G. Arterial blood gas, pH, and bicarbonate values in laying hens for thin eggshell production. **Poultry Science**, v.64, p.1015-1019, 1985.