

Níveis de sódio em rações de pintos de corte na fase inicial¹

Sodium levels in initial broiler diets

Josefa Dêis Brito Silva¹, Maria de Fátima Freire Fuentes², Ednardo Rodrigues Freitas³, Gastão Barreto Espíndola⁴,
Francisco Militão de Sousa⁵ e Carlos Eduardo Braga Cruz⁶

Resumo - Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de sódio na ração sobre o desempenho de pintos de corte na fase inicial, foi realizado um experimento com 672 pintos machos AgRoss, distribuídos num delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e oito repetições de 14 aves. Os tratamentos consistiram de rações isonutritivas contendo 0,15; 0,19; 0,23; 0,27; 0,31 e 0,35% de sódio total. Observou-se efeito quadrático ($P \leq 0,01$) dos níveis de sódio sobre o ganho de peso, porém o consumo de ração e a conversão alimentar não foram influenciados significativamente. O consumo de água e a umidade da cama aumentaram linearmente ($P \leq 0,05$) com o aumento do nível de sódio da ração. Considerando os resultados obtidos para o ganho de peso, recomenda-se que, na fase inicial, as rações de frangos de corte devem conter no mínimo 0,19% de sódio, podendo chegar ao máximo de 0,307% de sódio. Para a utilização de níveis acima de 0,19% de sódio, deve-se considerar a possibilidade do surgimento de problemas relacionados com a alta umidade da cama.

Termos para indexação: conversão alimentar, exigências nutricionais, ganho de peso.

Abstract - An experiment was carried out to evaluate the effect of crescent levels of sodium in initial diet on broiler performance. 672 one day-old males AgRoss were distributed in a completely randomized design with six treatments and eight replicates of 14 birds each. Treatments consisted of isonutrient diets containing 0.15%; 0.19%; 0.23%; 0.27%; 0.31% and 0.35% sodium. A quadratic effect ($P \leq 0.01$) of sodium levels was found for weight gain, but feed intake and feed conversion were not significantly affected. A linear effect ($P \leq 0.05$) of sodium levels on water consumption and litter moisture was observed. Based on weight gain data a minimum of 0.19% and a maximum of 0.307% sodium level are suggested for the initial diet of broiler chicks. High litter moisture level however should also be considered to evaluate bird performance.

Index terms: feed conversion, nutritional requirements, weight gain.

¹ Recebido para publicação em 01/12/2004; aprovado em 03/08/2005.

Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada ao Dep. de Zootecnia, CCA/UFC, CE.

² Zootecnista, M. Sc., deisbrito@globo.com

³ Eng. Agrônoma, Ph. D., Profa. do Dep. de Zootecnia, CCA/UFC, Caixa Postal 12.163, Campus do Pici, 60355-970, Fortaleza-CE, fatimaf@ufc.br

⁴ Eng. Agrônomo, D. Sc., Dep. de Zootecnia-CCA/UFC, ednardo@ufc.br

⁵ Eng. Agrônomo, D. Sc., Prof. do Dep. de Zootecnia, CCA/UFC, CE, gbespin@ufc.br

⁶ Med. Veterinário, D. Sc., Prof. do Dep. de Prod. Animal e Ext. Rural, FAVET/UECE, CE, militao@uece.br

⁷ Aluno do curso de Agronomia, CCA/UFC, CE.

Introdução

Para que elevados índices de produtividade sejam alcançados em uma criação de frangos de corte, além do exato atendimento das exigências nutricionais, faz-se necessário considerar todos os fatores que possam causar interferência no desempenho dos mesmos.

O sódio, o cloro e o potássio são os responsáveis pela manutenção da pressão osmótica, pelo equilíbrio ácido-base e pelo metabolismo da água nos tecidos dos animais. Estes três elementos, além de serem exigidos em quantidades mínimas para satisfazerem as necessidades nutricionais do organismo, devem estar equilibrados entre si para o bom funcionamento dos sistemas enzimáticos e para a condução e transmissão, neural e muscular (Mongin, 1981; Bondi, 1988; Borges et al., 2002). Segundo Mongin (1981), a relação entre estes elementos pode ser resumida pelo cálculo do balanço eletrolítico (BE) o qual, para frangos de corte, deve ser de 250 mEq/kg.

Na atualidade, é bastante conhecido o importante papel que o sódio desempenha no metabolismo normal das aves. Porém, segundo Barros et al. (2004), a despeito da importância nutricional do sódio para frangos de corte, durante muito tempo, os estudos para determinação de sua exigência despertou pouco interesse em relação aos de outros macrominerais. Esse fato pode estar relacionado, principalmente, com o baixo custo de suplementação das rações à base de milho e de farelo de soja, uma vez que as fontes suplementares normalmente empregadas (cloreto ou bicarbonato de sódio) apresentam preços relativamente baixos.

Entretanto, os problemas sanitários e de ambiência provocados pelo aumento na umidade da cama devido à criação em alta densidade de alojamento têm estimulado os nutricionistas a restringirem a inclusão de sódio nas rações, como forma de reduzir a ingestão e excreção de água, sem afetar o desenvolvimento das aves, uma vez que a influência de níveis crescentes de sódio e da relação sódio:cloro sobre a umidade de cama é bastante significativa (Borges et al., 1998; Barros et al. 2001; Barros et al. 2004). Por outro lado, existe uma tendência à utilização de níveis mais elevados de sódio em diferentes períodos do desenvolvimento inicial dos frangos, com recomendações de até 0,45% de sódio (Britton, 1991).

As pesquisas realizadas sobre o nível adequado de sódio a ser usado na ração para a fase inicial de pintos de corte têm apresentado grandes variações. Em geral, as rações comerciais apresentam níveis de 0,30% a 0,40% de cloreto de sódio (NaCl), fornecendo de 0,12 a 0,16% de Na⁺. Os alimentos utilizados na formulação contribuem com mais 0,05%, aproximadamente. Segundo Damron et al. (1986) e Murakami et al., (1996) essas variações se devem às diferenças de linhagens, condições de manejo e ingredientes

utilizados nas rações. Devido às mudanças genéticas que vêm ocorrendo nas linhagens de corte, o NATIONAL RESERCH COUNCIL – NRC (1994) sugeriu elevar o nível de sódio, na primeira fase de criação (1 a 21 dias de idade) de 0,15% para 0,20%. Rostagno et al. (2000) recomendam 0,22% para uma ração com 3.000 kcal de energia metabolizável e 21,4% de proteína bruta. De acordo com Barros et al. (2001), na fase de 1 a 21 dias de idade, o nível de sódio nas rações deve ser de 0,25 e 0,22%, para frangos de corte machos e fêmeas, respectivamente.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de níveis crescentes de sódio na ração sobre o desempenho de pintos de corte na fase inicial de 1 a 21 dias de idade.

Material e Métodos

Foram utilizados 672 pintos machos da linhagem AgRoss 308, com um dia de idade e peso médio inicial de 48 gramas, os quais foram alojados com um dia de idade, em um galpão experimental contendo 48 boxes, de 1,0 x 1,5 m cada.

As aves foram vacinadas contra as doenças de Marek, cepa HVT e Gumboro, cepa Luket, no incubatório. Aos sete dias de idade receberam vacina contra a doença de Newcastle, por via ocular.

No momento do alojamento, os pintos foram pesados e distribuídos aleatoriamente nos boxes, com comedouros tubulares infantis, bebedouros pendulares e cama de maravalha de madeira com 5 cm de altura. O aquecimento foi feito por lâmpadas incandescentes de 100 watts.

Durante o período experimental, as aves receberam 24 horas de luz (natural + artificial) sendo a iluminação noturna feita por lâmpadas fluorescentes.

As variáveis ambientais temperatura e umidade relativa do ar, no interior do galpão, foram medidas com termômetros de máxima e mínima e termômetros de bulbo seco e úmido, respectivamente. Os dados foram registrados diariamente e as leituras realizadas às 9 h e às 15 h.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado. Os tratamentos constaram de seis rações contendo diferentes níveis de sódio (0,15; 0,19; 0,23; 0,27; 0,31 e 0,35%) com oito repetições de 14 aves cada.

As rações (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja contendo 3.000 kcal EM/kg e 21,4% de proteína bruta, sendo os demais níveis nutricionais, exceto para o elemento em estudo, atendidos de acordo com as recomendações do NRC (1994).

O menor nível de sódio avaliado (0,15%) foi obtido com a inclusão de cloreto de sódio (39% de Na) e, os demais pelo uso de cloreto de sódio e bicarbonato de sódio, balanceados de tal forma a manter o nível de cloro constante.

Tabela 1 - Composição percentual das rações.

Ingredientes (%)	Níveis de Sódio (%)					
	0,15	0,19	0,23	0,27	0,31	0,35
Milho	58,265	57,951	57,638	57,326	57,013	56,698
Farelo de soja	35,365	35,426	35,487	35,548	35,609	35,670
Óleo de soja	2,457	2,561	2,666	2,770	2,875	2,980
Calcário calcítico	1,068	1,068	1,067	1,066	1,065	1,065
Fosfato bicálcico	1,817	1,818	1,819	1,819	1,820	1,821
Mistura mineral ⁽¹⁾	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Mistura vitamínica ⁽²⁾	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
L- Lisina – HCl (78%)	0,171	0,170	0,169	0,168	0,167	0,165
DL-Metionina – (99%)	0,235	0,235	0,235	0,236	0,236	0,237
Bicarbonato de sódio	—	0,148	0,296	0,444	0,592	0,740
Cloreto de sódio (Sal comum)	0,272	0,273	0,273	0,273	0,273	0,274
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição						
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Proteína bruta (%)	21,40	21,40	21,40	21,40	21,40	21,40
Cálcio (%)	0,960	0,960	0,960	0,960	0,960	0,960
Fósforo disponível (%)	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
Sódio (%)	0,150	0,190	0,230	0,270	0,310	0,350
Cloro (%)	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195
Potássio (%)	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826
Lisina (%)	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263
Metionina (%)	0,492	0,492	0,492	0,492	0,492	0,492
Metionina + Cistina (%)	0,897	0,897	0,897	0,897	0,897	0,897
Treonina (%)	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822
BE ³ (mEq/kg da ração)	221,49	238,88	256,28	273,68	291,08	308,48

⁽¹⁾ Composição por kg do produto: Fe - 100 g; Co - 16 g; Mn - 150 g; Zn -100 g; I - 1,5 g. ⁽²⁾ Composição por kg do produto: Vit. A - 2.666.000 UI, Vit. B1 - 600 mg, Vit. B2 - 2.000 mg, Vit. B6 - 933,10 mg, Vit. B12 - 4.000 mcg, Vit. D3 - 666,50 mg, Vit. E - 5.000 UI, Vit. K - 600 mg, Ácido fólico, - 333,25 mg, Ácido pantotênico - 5.000 mg, Biotina - 20 mg, Colina - 133.330 mg, Niacina - 13.333 mg, Selênio - 100 mg, Antioxidante - 7,5 g, Coccidiostático - 33,332 g, Promotor de crescimento - 20 g, Veículo Q.S.P. - 1000 g. ⁽³⁾ Fórmula : Balanço Eletrolítico (mEq/kg da ração) = (mg de Na⁺ por kg da ração/22,990) + (mg de K⁺ por kg da ração /39,102) - (mg de Cl⁻ por kg da ração/35,453).

No 21º dia, foram avaliados ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, consumo de água, umidade da cama e mortalidade.

Para registrar o consumo de água, foi adaptado um sistema alternativo, contendo recipientes plásticos com capacidade para 12 litros de água, acoplados aos bebedouros do tipo pendular. Na avaliação deste parâmetro, foi utilizada apenas a metade das repetições (quatro) de cada tratamento, totalizando 24 unidades experimentais.

Na obtenção do consumo médio de água, diariamente, às 8:00 horas da manhã, foi registrado o consumo de água de cada unidade experimental e, logo após, os recipientes foram novamente reabastecidos e devidamente aferidos, para a leitura do dia seguinte. A aferição do volume de água foi realizada através de régua com graduações em milímetros.

A umidade da cama foi determinada no final do período. O material da cama de cada box foi homogeneizado e amontoado, procedendo-se, em seguida, a retirada das amostras que foram compostas por material retirado alea-

toriamente de cinco pontos dentro de cada box. A análise de umidade foi realizada de acordo com o método da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST – AOAC (1990). A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o Statistical Analysis System - SAS (1996). O modelo matemático adotado para descrição da análise de variância foi: $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$, onde: Y_{ij} = produção observada na unidade experimental j submetida ao nível de sódio i ; μ = média geral, T_i = efeito do nível de sódio ($i = 0,15; 0,23; 0,27; 0,31$ e $0,35$) e e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Os dados foram submetidos à análise de regressão para que as exigências de sódio fossem estimadas pelo modelo de regressão quadrática: $Y_{ijk} = a + b_1x_i + b_2x_i^2 + e_{ijk}$, em que: a = média geral, b_1 = coeficiente de regressão linear de x , b_2 = coeficiente de regressão quadrática, x_i = efeito linear do nível de sódio ($i = 0,15; 0,23; 0,27; 0,31$ e $0,35$); x_i^2 = efeito quadrático do nível de sódio i , e_{ijk} = efeito do resíduo.

Para comparar os resultados médios obtidos com os diferentes níveis de sódio, procedeu-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade (Sampaio, 1998).

Resultados e Discussão

As médias das temperaturas máximas e mínimas registradas no interior do galpão experimental foram 32 e 27,8°C, respectivamente e a umidade relativa média foi de 76%.

Os efeitos dos diferentes níveis de sódio sobre as características de desempenho dos pintos de corte aos 21 dias de idade constam da Tabela 2.

Tabela 2 - Efeito dos diferentes níveis de sódio sobre desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade.

Níveis de sódio (%)	Ganho de peso (g/ave)	Consumo de ração (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)
0,15	727 ^b	1152,88	1,59
0,19	788 ^a	1159,63	1,47
0,23	787 ^a	1171,88	1,49
0,27	787 ^a	1167,63	1,48
0,31	781 ^a	1188,50	1,52
0,35	805 ^a	1184,88	1,47
Regressão ²	Q **	ns	ns
CV (%)	4,49	6,36	6,33

Q = Efeito quadrático; ns = não significativo; ** significativo ($P \leq 0,01$). Médias seguidas de letra iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Para o consumo de ração, não foram observados efeitos significativos ($P > 0,05$) dos níveis de sódio. Estes resultados não estão de acordo com os obtidos por Barros et al. (2001) que observaram efeito quadrático dos níveis de sódio sobre o consumo na fase de 1 a 21 dias. Segundo estes pesquisadores o aumento do consumo de ração estaria atrelado ao aumento da ingestão de água pelas aves alimentadas com os níveis mais elevados de sódio na ração. Entretanto, Murakami et al. (1997), Rondón et al. (2000) e Barros et al. (2004) não observaram influência significativa dos níveis de sódio sobre o consumo de ração por frangos de corte. Borges et al. (1998) avaliaram os efeitos de diferentes níveis de NaCl (0,30%; 0,45%; 0,60%; 0,75% e 0,90%) na ração e não observaram influência de níveis mais elevados de sódio sobre o consumo de ração. Segundo Murakami et al. (1997) o consumo de ração pelas aves parece ser mais influenciado pelo nível de cloro nas rações do que pelo nível de sódio.

Para o ganho de peso, observou-se efeito quadrático ($P \leq 0,01$) dos níveis de sódio. Segundo a equação obtida ($y = 579,73 + 1418,11x - 2307,48x^2$; $R^2 = 0,69$), o ganho de peso aumentou à medida que os níveis de sódio aumentaram, atingindo o máximo com 0,307% de sódio na ração. Este valor é superior ao nível de 0,20% recomendado pelo NRC (1994), 0,222% por Rostagno et al. (2000) e das exigências de sódio estimadas por Barros et al. (2001), que foram 0,256% de sódio para o máximo ganho de peso dos machos. Entretanto, essa estimativa estaria de acordo com

a tendência de se utilizar níveis mais elevados de sódio nas rações em diferentes fases do desenvolvimento inicial dos frangos de corte, conforme recomendações feitas por Britton (1992) que eram de 0,45%, Maiorka et al. (1998) de 0,40% e Rondón et al. (2000) de 0,29% de sódio na ração.

Melhora no ganho de peso com o aumento do sódio na ração para fase de 1 a 21 dias de idade também foi observada por Barros et al. (2001). De acordo com Penz Júnior (1998) e Barros et al. (2001), a melhora no ganho de peso com o aumento do sódio parece ser determinada pelo maior consumo de ração. Entretanto, a ausência de efeito significativo dos níveis de sódio sobre esta variável observada na presente pesquisa e relatada por outros pesquisadores (Murakami et al., 1997; Borges et al., 1998; Rondón et al., 2000; Barros et al., 2004) indicam que a melhora no ganho de peso parece não ser, exclusivamente, uma resposta ao aumento do consumo de ração.

Por outro lado, segundo Barros et al. (2001 e 2004), existem relatos na literatura de que o aumento de sal na ração tende a aumentar o ganho de peso e o peso vivo dos frangos por aumentar a retenção de água nos tecidos corporais. Contudo, esse comportamento não foi observado por estes pesquisadores em seus experimentos.

Com a comparação dos resultados pelo teste de médias (Tabela 2), verificou-se que o pior ganho de peso foi obtido para as aves alimentadas com 0,15% de sódio e que este melhorou significativamente até o nível de 0,19%. Porém, o aumento da quantidade de sódio acima deste nível não resultou em melhora significativa no ganho de peso. De acordo com os resultados (Tabela 2) parece que o ganho de peso dos frangos nessa fase aumenta até o nível de 0,19%, atingindo um platô. Isso sugere que 0,19% de sódio na ração pode ser suficiente para um bom ganho de peso. Este nível é próximo às recomendações do NRC (1994).

Segundo Barros et al. (2001), o pior ganho de peso com níveis reduzidos de sódio na ração pode ser explicado pelo fato de que as aves com carência de NaCl elevam sua taxa metabólica na tentativa de manter a homeostasia corporal, com perda de eficiência alimentar e retardo no ganho de peso. Este efeito justificaria o menor ganho de peso para as aves alimentadas com 0,15% de sódio na ração.

Apesar de terem sido constantes os níveis de cloro e potássio, o aumento dos níveis de sódio promoveu alterações no balanço eletrolítico (BE) das rações cujos valores foram: 221,49; 238,88; 256,28; 273,68; 291,08; 308,48 mEq/kg para os níveis de 0,15; 0,19; 0,23; 0,27; 0,31 e 0,35% de sódio, respectivamente. Baseado na equação obtida, o máximo ganho de peso ocorreu com 0,307% de sódio na ração, correspondendo a um BE próximo a 289,78 mEq/kg. Nessa situação poderíamos afirmar que o melhor BE estaria próximo a esse valor. Por outro lado o BE para esta fase não deve ser inferior a 238,88 mEq/kg, uma vez que a redução do nível

de sódio de 0,19% para 0,15% resultou em queda no BE e piora no ganho de peso de acordo com o teste de médias (Tabela 2).

As pesquisas realizadas com a finalidade de determinar o melhor BE das rações para frangos de corte têm apontado para uma grande variação nos resultados. Segundo Mongin (1981), para frangos de corte, deve ser utilizado o BE de 250 mEq/kg. Entretanto, Teeter (1997) recomendou o BE de 201 mEq/kg para a fase inicial. Borges et al. (2002) encontraram que na primeira semana os frangos de corte devem receber rações com BE entre 246 e 277 mEq/kg, o qual pode ser obtido pela manipulação do sódio ou cloro nas rações. Em condições semelhantes, Rondón et al. (2000) afirmaram que o BE pode variar de 250 a 319 mEq/kg.

A conversão alimentar não foi influenciada significativamente pelos níveis de sódio usados neste estudo. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Fischer da Silva et al. (2000) que também utilizaram dietas contendo NaCl e NaHCO₃ como fontes de sódio. Por outro lado, Rondón et al. (2000) e Barros et al. (2001 e 2004) observaram efeito significativo dos níveis de sódio sobre a conversão alimentar. De acordo com Barros et al. (2001) a estimativa do melhor nível de sódio para conversão alimentar (0,246%) foi menor que a obtida para o ganho de peso (0,256%), recomendando este último como exigência mínima de sódio para a fase de 1 a 21 dias de idade.

No presente estudo, mesmo não havendo diferença ($P > 0,05$) entre as médias dos tratamentos, observou-se que as aves que consumiram a dieta com 0,19% de sódio, nível próximo ao recomendado pelo NRC (1994), apresentaram uma boa conversão alimentar. No entanto, em termos absolutos esta foi igual a aquela apresentada pelas aves que consumiram a dieta com 0,35% de sódio.

Os dados médios de consumo de água e umidade da cama encontram-se na Tabela 3. A ingestão de água aumentou linearmente com o aumento do nível de sódio da ração. De acordo com a equação ($y = 1,618 + 2,193x$; $R^2 = 0,88$) para cada 0,04% de aumento na concentração de sódio a ingestão de água aumentou em aproximadamente 87 mL por ave.

O incremento na ingestão de água com o aumento dos níveis de sódio na ração pode estar relacionado com a necessidade das aves de manterem a homeostasia corporal (Barros et al., 2004). Rações com altos níveis de eletrólitos, principalmente, pela presença de sódio podem aumentar a osmolaridade sanguínea e levar ao aumento da ingestão de água (Borges et al., 2002).

Em relação às fontes de sódio, Damron et al. (1986) observaram maior ingestão de água com a utilização de NaHCO₃ em relação ao uso do NaCl e NaHCO₃ como fontes de sódio em dietas de frangos de corte.

Tabela 3 - Efeito dos diferentes níveis de sódio sobre o consumo de água (L/ave) e umidade da cama (%) de pintos de corte na fase inicial (1 a 21 dias de idade).*

Níveis de sódio (%)	Consumo de água	Umidade da cama
0,15	1,900	41,04
0,19	2,135	41,43
0,23	2,097	45,64
0,27	2,185	45,48
0,31	2,252	49,99
0,35	2,427	50,87
Regressão*	L*	L**
CV(%)	8,37	13,61

L = Efeito linear; *significativo ($P < 0,05$); ** significativo ($P < 0,01$).

Segundo Leeson e Summers (1997), em temperaturas moderadas, os frangos podem consumir duas vezes mais água que ração. Porém, não existe uma relação fixa entre o consumo de água e o consumo de ração, uma vez que estes estão sujeitos a variações impostas por outros fatores, como a concentração de minerais na ração. A relação água/ração neste experimento foi de 1,65:1; 1,84:1; 1,80:1; 1,87:1; 1,89:1 e 2,04:1 para os níveis de 0,15; 0,19; 0,23; 0,27; 0,31 e 0,37% de sódio na ração, respectivamente. Esse aumento deve-se à maior ingestão de água com níveis mais elevados de sódio na ração, uma vez que a quantidade de ração consumida não variou significativamente entre os tratamentos.

De acordo com Barros et al. (2001), a piora no desempenho dos frangos de corte com o excesso de sódio na ração estaria, possivelmente, relacionada ao maior gasto energético da bomba de sódio e potássio, na tentativa de controlar o gradiente eletroquímico entre o meio extra e intracelular ou à toxidez do mineral. Segundo esses pesquisadores, isto justificaria o menor desempenho dos frangos sob níveis de sódio na ração acima do nível ótimo estimado para a fase de 1 a 21 dias, que foi de 0,256%.

Entretanto, é possível que o efeito prejudicial relatado por estes pesquisadores ocorra na medida em que as aves não consigam manter a homeostasia corporal através do controle dos níveis de sódio pela ingestão de água. De acordo com os resultados obtidos na presente pesquisa, as aves ingeriram mais água por kg de ração consumida à medida que o nível de sódio aumentou na ração, com isso podem ter controlado os possíveis efeitos de um excesso de sódio, não havendo, portanto, perda de desempenho quando níveis mais elevados que os recomendados por Barros et al. (2001) foram avaliados na presente pesquisa.

Para a umidade da cama, observou-se aumento linear com o acréscimo do nível de sódio da ração. De acordo com a equação obtida ($y = 32,41 + 53,33x$; $R^2 = 0,94$), para cada 0,04% de aumento na concentração de sódio, a umidade na

cama aumentou em aproximadamente 2,13%. Se o aumento fosse de 0,06% de sódio, a umidade aumentaria em 3,19%. Esse valor é próximo ao relatado por Barros et al. (2004) que verificaram aumento de 3,9% na umidade da cama para cada 0,06% de aumento na concentração de sódio da ração.

O aumento na umidade da cama tem sido atribuído à maior ingestão de água com o aumento do sódio na ração e pode ser confirmado com os resultados desta pesquisa. Borges et al. (1998), Rondón et al. (2000), Murakami et al. (2000) e Barros et al. (2004) também constataram que o aumento no nível de sódio das dietas causou maior umidade da cama em consequência do maior consumo de água.

Os valores de umidade da cama encontrados neste experimento variaram de 41,04 a 50,87%, respectivamente, para os níveis mais baixo (0,15%) e mais alto (0,35%) de sódio nas rações. Segundo Macari (1996), o valor ótimo da umidade da cama durante a criação dos frangos de corte está entre 20% e 40%. Neste experimento os valores de umidade da cama para todos os níveis de sódio usados, encontram-se acima dos valores recomendados por esses autores. Entretanto, deve-se considerar que a elevada umidade relativa do ar durante a fase experimental pode ter contribuído para uma maior umidade da cama, uma vez que a perda de umidade da cama para o meio ambiente depende da umidade relativa do ar.

A alta umidade da cama pode trazer problemas para o desempenho das aves, em decorrência da produção de gases, principalmente amônia, e de problemas entéricos, causados por microrganismos que se multiplicam rapidamente em ambiente quente e úmido. Segundo Barros et al. (2004), as possibilidades do surgimento destes problemas têm levado à redução dos níveis de sódio nas rações. Nesse contexto, 0,19% de sódio, nas rações de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias, parece ser o mais indicado, quando se deseja obter cama menos úmida sem que haja perda de desempenho.

A mortalidade registrada durante o experimento foi baixa (0,90%) e em nenhum dos casos pôde ser atribuída aos efeitos dos tratamentos.

Conclusões

Considerando os resultados obtidos para o ganho de peso, recomenda-se que, na fase inicial, as rações de frangos de corte devam conter, no mínimo, 0,19% de sódio, podendo chegar ao máximo de 0,307%. Entretanto, para utilização de níveis superiores a 0,19%, até atingir o máximo de 0,307% de sódio, deve-se considerar a possibilidade do surgimento de problemas relacionados com a alta umidade da cama.

Referências Bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 11th.ed. Washington, D.C., 1990. 1141p.
- 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, n.6, p.1721-1733, 2004 (Suplemento 1)
- BARROS, J. M. S.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; NASCIMENTO, A. H. Exigência nutricional de sódio para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30 n.3 (Suplemento1) p.1044 -1051, 2001.
- BONDI, A. A. **Nutrición animal**. Zaragoza: Acribia, 1988. 546p.
- BORGES, S. A.; ARIKI, J.; JERÔNIMO, J. R.; MARTINS, C. L.; MORAES, V. M. B. Níveis de cloreto de sódio em rações para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.50, n.5, p.619-624, 1998.
- BORGES, A. S.; MAIORKA, A.; LAURENTIZ, A. C.; FISCHER DA SILVA, A. V.; SANTIN, E.; ARIKI, J. Electrolytic balance in broiler chicks during the first week of age. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.2, p.149 -153, 2002.
- BRITTON, W. M. Effect of dietary salt intake on water and feed consumption. In: NUTRITION CONFERENCE FOR THE FEED INDUSTRY, 1992, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: University of Georgia, 1992. p.48-53.
- DAMRON, B. L.; JOHNSON, W. L.; KELLY, L. S. Utilization of sodium from sodium bicarbonate by broiler chicks. **Poultry Science**, v.65, n.6, p.782-785, 1986.
- FISCHER DA SILVA, A. V.; FLEMMING, J. S.; BORGES, S. A. Fontes de sódio e relação sódio:cloro para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n.1, p.53-58, 2000.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. 2nd. ed. Guelph: University Books; 1997. 350p.
- MACARI, M. Equilíbrio hídrico em frangos de corte criados em alta densidade. In: SIMPÓSIO SOBRE INOVAÇÕES NA CRIAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE E MATRIZES NAS CONDIÇÕES BRASILEIRAS, 1996, Campinas, **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1996. p.1-11.
- MAIORKA, A.; MAGRO, N.; BARTELS, H. A.; PENZ JÚNIOR, A. M. Efeito do nível de sódio e diferentes relações entre sódio, potássio e cloro em dietas pré-iniciais no desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998, p.478-480.
- MONGIN P. Recent advances in dietary anion-cation balance: applications in poultry. **Proceedings Nutrition Society**, v. 40, p.285-294. 1981.
- MURAKAMI, A. E.; SALEH, E. A.; ENGLAND, J. A.; DICKEY, D. A.; WATKINS, S. E.; WALDROUP, P. W. Effect of level and source of sodium on performance of male broilers to 56 days. **Journal Applied Poultry Research**, v.6, n.1, p.128-136, 1996.

MURAKAMI, A. E.; SALEH, E. A.; WATKINS, S. E.; WALDROUP, P. W. Sodium source and level in broiler diets with and without high levels of animal protein. **Journal Applied Poultry Research**, v.9, n.1, p.53-61, 2000.

MURAKAMI, A. E.; WATKINS, S. E.; SALEH, E. A.; ENGLAND, J. A.; WALDROUP, P.W. Estimation of the sodium and chloride requirements for the young broiler chick. **Journal Applied Poultry Research**, v.6, n.1, p.155-162, 1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9th ed. Washington : National Academy Press, 1994. 155p.

PENZ JÚNIOR, A. M. Nutrição na primeira semana In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE PINTOS DE CORTE NA 1ª. SEMANA, Campinas, SP, 1998. **Anais...** Campinas: FACTA, 1998. p.121-139.

RONDÓN, E. O. O.; MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C.; GARCIA, J. Exigências nutricionais de sódio e cloro e estimativa do melhor balanço eletrolítico da ração para frangos de corte na fase pré-inicial (1-7 dias de idade) **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1162-1166, 2000.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia. 1998. 221p.

SAS Institute, **SAS Users guide: statistics**. 12th ed. New York, EUA: SAS Institute, 1996.

TEETER, R. Balancing the electrolyte equation. **Feed Mix**, v.5, p.22-26, 1997.