

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)¹

Edgar O. Oviedo Rondón², Alice Eiko Murakami³, Antonio Claudio Furlan³, Jocilaine Garcia⁴

RESUMO - Dois experimentos foram realizados com o objetivo de determinar as exigências de sódio (Na^+) e cloro (Cl^-) para frangos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade) e o melhor balanço eletrolítico da ração. Em cada experimento, 1500 pintos de corte da linhagem Cobb foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, cinco repetições e 50 aves por unidade experimental. Os tratamentos utilizados nos dois experimentos consistiram de rações com níveis de 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30; e 0,35% de Na^+ (Experimento 1) ou Cl^- (Experimento 2), cada uma com diferentes valores de balanço eletrolítico. Foram utilizados os modelos quadrático e LRP para a determinação das exigências. No Experimento 1, a exigência de Na^+ estimada foi em 0,26% para ganho de peso e 0,29% para conversão alimentar. Não foram observadas diferenças para consumo de ração. O melhor desempenho produtivo foi obtido com balanço eletrolítico de 304 e 319 meq/kg, No Experimento 2, a exigência de Cl^- estimada foi de 0,29% para ganho de peso e 0,28% para conversão alimentar. O consumo de ração apresentou comportamento linear. O melhor balanço eletrolítico variou na faixa de 250 a 252 meq/kg.

Palavras-chave: balanço eletrolítico, cloro, exigências, sódio

Sodium and Chloride Requirements and the Best Electrolyte Balance Estimate of Diets for Broiler Chickens in the Pre-Initial Phase (1-7 Days of Age)

ABSTRACT - Two experiments were carried out to determine the sodium (Na^+) and chloride (Cl^-) requirements for broilers in the pre-initial phase (1 to 7 days of age) and the best electrolyte balance of the diet. In each experiment 1500 broilers from Cobb strain were allotted to a completely randomized design with six treatments, five replicates and 50 birds per experimental unit. The treatments used in the two experiments consisted of diets with levels on 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30 and 0.35% of Na^+ (Exper. 1) or Cl^- (Experiment 2), each one with different electrolyte balance values. A quadratic and broken line models to determine the nutritional requirements were used. In the Experiment 1, the estimated Na^+ requirements was 0.26% for body weight gain, 0.29% feed:gain. No differences were observed for feed intake. The best electrolyte balances of diet for maximum performance was 304 and 319 mEq/kg. In the Experiment 2, the estimated Cl^- requirement was .29% for body weight gain and 0.28% for feed:gain ratio. The feed intake showed a linear response. The best electrolyte balance ranged from 250 to 252 mEq/kg.

Key Words: chloride, electrolyte balance, requirements, sodium

Introdução

Com base em resultados de pesquisas que demonstram a dificuldade dos frangos de corte para digerir e absorver certos nutrientes na primeira semana de vida, tem-se procurado oferecer dietas diferenciadas nesta fase, de tal forma a obter o melhor desempenho. Porém, valores de exigências nutricionais de minerais para esta fase são escassos.

Durante os primeiros dias de vida, a taxa de crescimento é elevada, existindo grande necessidade

por calor ambiental e elevadas taxas metabólicas. O metabolismo protéico, energético e mineral e a regulação ácido-base são processos interrelacionados que influenciam o desempenho das aves (PATIENCE, 1990). MONGIN (1980) enfatizou a importância de ajustar o conteúdo de minerais da dieta para encontrar a exigência do animal e manter o balanço essencial para ótimo desempenho, porque, quando o balanço se altera para acidose ou alcalose, as vias metabólicas não funcionam apropriadamente. Dentro das formas de expressar este balanço eletrolítico (BE), as proporções de Na^+ , Cl^- e potássio (K^+) na dieta têm

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor.

² Pós-Graduando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UEM-Maringá-PR.

³ Professor do Departamento de Zootecnia da UEM-Maringá-PR. E.mail: aemurakami@uem.br; acfurlan@uem.br

⁴ Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

sido consideradas as variáveis mais importantes (TEETER, 1997).

O Na^+ e o Cl^- são nutrientes de baixo custo e sua manipulação pouco influencia o custo da ração, porém, devido às suas importantes funções metabólicas, é necessário supri-los nos níveis e balanço adequados para ótimo crescimento. BRITTON (1992) determinou exigência de Na^+ para a primeira semana de 0,39%, valor superior ao 0,20% de Na^+ sugerido pelo NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1994). MAIORKA et al. (1998), em um experimento realizado em baterias, concluíram que o valor de 0,40% de Na^+ total em rações pré-iniciais aumentava o consumo de ração, o ganho de peso e o consumo de água e melhorava a conversão alimentar. Igualmente, esses autores determinaram que um valor de 140 mEq/kg era o mais adequado para balanço eletrolítico. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de diferentes níveis de Na^+ e Cl^- e diferentes relações de $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ (Nº de Mongin) na dieta pré-inicial para frangos de corte.

Material e Métodos

Dois experimentos foram realizados no Aviário da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá. Em cada experimento, foram utilizados 1500 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb-Vantress, de 1 a 7 dias de idade.

As aves foram alojadas em um galpão convencional, dividido em boxes de 5,1 m², onde foram alojadas 50 aves. A cama utilizada foi do tipo maravalha. Em cada box, foi colocada uma lâmpada de 350 watts, para aquecimento inicial das aves. Utilizou-se um programa de iluminação contínua (24 horas de luz natural + artificial) durante a primeira semana. Foram fornecidas água e ração farelada *ad libitum*. As rações consistiram de uma dieta basal isocalórica, isoprotéica e isoaminoacídica para metionina+cistina, isocálcica e isofosfórica, com nível de 0,10% de Na^+ (Experimento 1) ou Cl^- (Experimento 2), suplementadas com níveis de 0,0; 0,5; 0,10; 0,15; 0,20; e 0,25% de Na^+ ou de Cl^- , o que resultou em rações com 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30; e 0,35% de Na^+ ou de Cl^- (Tabela 1). As exigências nutricionais mínimas foram atendidas segundo as recomendações de NRC (1994) e modificadas pelas exigências das linhagem. O balanço eletrolítico (BE) das rações experimentais (Tabela 1)

foi calculado segundo MONGIN (1980), pela fórmula:
Nº de MONGIN = mEq Na^+ + mEq K^+ - mEq Cl^- (mEq/kg)

As aves foram vacinadas no incubatório contra a doença de Marek e as doenças de Newcastle e Gumboro aos 8 dias de idade, por via ocular.

As análises químicas das dietas foram efetuadas de acordo com ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC (1990). Os valores de composição química dos minerais determinados por análise foram similares aos calculados. Uma amostra da água fornecida às aves foi analisada para estabelecer a composição mineral de Na^+ , K^+ e Cl^- . A análise da água indicou que o conteúdo de Na^+ e Cl^- foi inferior a 0,5 ppm.

Foram avaliados o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições, sendo a unidade experimental constituída de 50 aves. Os dados foram analisados segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + N_i + e_{ij}$$

em que

Y_{ij} = valor observado das variáveis estudadas relativo a cada unidade experimental recebendo a ração i ;

N_i = efeito do nível de sódio ou cloro, sendo $i = 1 \dots 6$; e

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Os graus de liberdade referentes a níveis de Na^+ ou Cl^- foram desdobrados em polinômios. Para a estimativa das exigências, foram utilizados os modelos quadrático e/ou modelo Linear Response Plateau (BRAGA, 1983), de acordo com o melhor ajustamento (menor soma de quadrados dos desvios e^2), obtido para cada característica. Quando os dados permitiram a utilização dos dois modelos, optou-se por aquele que apresentou melhor ajuste (r^2). Para a análise dos dados, utilizou-se o programa Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG®).

O Experimento 1 foi realizado durante o mês de junho de 1998, no qual a temperatura máxima foi de 23,64±2,36°C e a mínima, de 14,95±2,15°C. O peso inicial das aves foi de 41,23±0,59 g. O Experimento 2 foi realizado nos meses de setembro e outubro de 1998. A temperatura máxima média foi de 24,71±3,64°C e a mínima, de 18,38±1,96°C. O peso inicial das aves foi de 45,99 ± 0,94 g.

Tabela 1 - Composição percentual das rações experimentais
Table 1 - Percentage and composition of experimental diets

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Nível de sódio (%) (Experimento 1) <i>Sodium level (Experiment 1)</i>						Nível de cloro (%) (Experimento 2) <i>Chloride level (Experiment 2)</i>					
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
Milho, grão <i>Ground corn</i>	53,65	53,28	52,90	52,49	52,08	51,70	52,73	52,81	52,89	52,98	53,06	53,15
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	37,89	37,96	38,00	38,10	38,19	38,25	38,07	38,05	38,04	38,02	38,00	37,99
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,80	1,80	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,8	1,81	1,81	1,80
Calcário calcítico <i>Limestone</i>	1,08	1,08	1,08	1,07	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	4,43	4,56	4,70	4,83	4,97	5,10	4,75	4,72	4,69	4,66	4,64	4,61
DL-Metionina 99% <i>DL-Methionine</i>	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
L-Lisina 78% <i>Lysine</i>	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Suplemento ^{1,2} <i>Premix</i>	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Antioxidante (BHT) <i>Antioxidant</i>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sal comum <i>Salt</i>	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,05	0,14	0,22	0,30	0,39	0,47
NaHCO ₃	0,00	0,19	0,37	0,56	0,74	0,93	0,61	0,49	0,37	0,25	0,12	0,00
KCl	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Valores calculados <i>Calculated values</i>												
Proteína bruta (%) <i>Crude protein</i>	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
EM (kcal/kg) <i>ME</i>	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100
Ca (%)	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
P disponível (%) <i>Available P</i>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Cl (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
K (%)	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Nº MONGIN (mEq/kg)	232	254	286	299	321	344	305	290	276	262	248	234

¹ Suplemento vitamínico inicial (*Vitaminic supplement*). Níveis de garantia por kg de produto (*Composition per kg by product*): Vit. A, 2000.000 UI; Vit. D, 400.000 UI; Vit. E, 5000 UI; Vit. K₃, 600 mg; Vit. B₁, 400 mg; Vit. B₂, 1200 mg; Vit. B₆, 800 mg; Ácido fólico (*Folic acid*), 200 mg; Ácido nicotínico (*Nicotinic acid*), 6000 mg; Biotina (*Biotine*), 20 mg; Ácido pantotênico (*Pantothenic acid*), 2400 mg; Colina (*Choline*), 52.000 mg; Vit. B₁₂, 3000 mg; Se-80 mg; Metionina (*Methionine*), 372.400 mg; Antioxidante (*Antioxidant*), (BHT)-19.600 mg; Coccidiostático (*Coccidiostatic*), 100.000 mg; Promotor de crescimento (*Growing promotor*), 10.000 mg; Veículo q.s.p. (*Vehicle q.s.p.*), 1000 g.

² Suplemento mineral (*Mineral supplement*). Níveis de garantia por kg de produto (*Composition per kg by product*): Fe-1000.000 mg; Mn, 16.000 mg; Zn, 100.000 mg; Cu-20.000 mg; Co-2000 mg; I-2000 mg, veículo q.s.p. (*vehicle q.s.p.*), 1000 g.

Resultados e Discussão

Experimento 1

Os resultados de desempenho dos frangos alimentados com rações contendo diferentes níveis de Na⁺ durante a fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade) são apresentados na Tabela 2.

Foram observados efeitos quadráticos dos níveis de Na⁺ (P<0,01) sobre o ganho de peso e a conversão alimentar. Não foram verificadas diferenças para o consumo de ração até os sete dias. O ganho de peso foi maximizado com 0,26% de Na⁺, entretanto, a conversão alimentar foi minimizada com 0,29% de Na⁺. Estes valores são superiores às recomendações de 0,20% do

NRC (1994) e de ROSTAGNO et al. (1996) e inferiores às estimativas de 0,39 e 0,40% feitas por BRITTON (1992) e MAIORKA et al. (1998), respectivamente.

No entanto, a análise pelo modelo LRP demonstrou que o ganho de peso não melhorou (P<0,01) acima do nível de 0,16% de Na⁺ (105,94 g) e a conversão alimentar não se otimizou (P<0,01) a partir de 0,18% de Na⁺ na ração (1,28 g/g). Isto confirma a recomendação do NRC (1994) e de ROSTAGNO et al. (1996).

Experimento 2

Houve efeito quadrático dos níveis de Cl⁻ sobre as variáveis de ganho de peso e conversão alimentar (P<0,01) e efeito linear sobre o consumo de ração (P<0,05) durante a primeira semana de vida (Tabela 2). Com base nas equações de regressão obtidas, obteve-se nível ótimo de Cl⁻ na ração estimado em 0,29% para ganho de peso e 0,28% para conversão alimentar. Pelo modelo LRP, constatou-se que os níveis acima de 0,21 e 0,19% não melhoraram (P<0,01) o ganho de peso (111,78 g) e o consumo de ração (145,24 g), e a conversão alimentar (1,323) não diminuiu (P<0,01) com níveis acima de 0,19%. Para a fase da primeira semana, não são encontradas na literatura referências sobre determinação de exigências de Cl⁻, porém os resultados deste experimento indicam que, para obter máximo desempenho, o nível de Cl⁻ em rações pré-iniciais para frangos de corte é maior que o de 0,20% recomendado pelo NRC (1994) na fase de 1 a 21 dias de idade.

Balanço eletrolítico da ração

Na Tabela 3, são apresentados os resultados do desempenho dos frangos, em função do BE (Nº de Mongin) da ração, nos dois experimentos. No Experimento 1, os frangos apresentaram melhor desempenho (ganho de peso e conversão alimentar) durante a primeira semana, quando as rações apresentaram balanço eletrolítico de 304 e 320 mEq/kg. Entretanto, no segundo experimento, o melhor desempenho foi observado quando os animais consumiram rações contendo 250 ou 252 mEq/kg. Para o consumo de ração no Experimento 1, não foram encontradas diferenças, contudo, no Experimento 2, foi observada redução linear do consumo com o aumento do Número de Mongin na ração. Estes valores de balanço eletrolítico estão acima do valor de 140 mEq/kg estimado por MAIORKA et al. (1998), porém dentro da faixa recomendada por SAVEOUR e MONGIN (1978), como ótima para crescimento das aves, e corroborada por outros autores (HOOGHE, 1995 e 1998).

Tabela 2 - Desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de sódio ou cloro na fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade)
Table 2 - Performance of broiler chickens fed diets with different levels of sodium and chloride at pre-initial (1 to 7 days of age)

Item	Nível de sódio ou cloro (%) Sodium or chloride level								CV%	Média ± Desvio Average ± Deviation	Regressão Regression	r ²
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35						
Experimento 1 (Sódio)(Experiment 1 [Sodium])												
Ganho de peso (g) **	93,90	104,13	107,27	108,25	105,47	105,27	4,40	104,05	6,36	Y _{ij} = 72,638 + 278,949X - 541,329X ²	0,91	
Weight gain										N.S.		
Consumo de ração (g) *	135,43	140,55	135,11	141,25	132,69	133,80	3,81	136,47	5,78			
Feed intake												
Conversão alimentar (g/g) **	1,442	1,350	1,260	1,305	1,258	1,273	2,55	1,314	0,073	Y _{ij} = 1,6714 - 2,8803X + 5,0337X ²	0,88	
Feed:gain ratio												
Experimento 2 (Cloro)(Experiment 2 [Chloride])												
Ganho de peso (g) **	90,40	101,73	109,25	111,00	112,78	111,55	5,27	106,12	9,50	Y _{ij} = 61,49 + 356,01X - 612,56X ²	0,99	
Weight gain												
Consumo de ração (g) *	138,08	143,06	143,70	149,34	147,47	147,08	3,99	144,79	6,47	Y _{ij} = 136,574 + 36,5051X	0,71	
Feed intake												
Conversão alimentar (g/g) **	1,533	1,407	1,321	1,350	1,308	1,316	5,72	1,372	0,107	Y _{ij} = 1,819 - 3,6244X + 6,3738X ²	0,92	
Feed:gain ratio												

* (P<0,05); ** (P<0,01).

Tabela 3 - Desempenho de frangos de corte em função do balanço eletrolítico da ração, determinada pelo número de mongin durante a fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade)
 Table 3 - Performance of the broiler chickens in function of the dietary electrolyte balance, determined by mongin (1980) during pre-initial phase (1 to 7 days of age)

Item	Experimento 1 Experiment 1			Experimento 2 Experiment 2		
	Regressão Regression	r ²	MONGIN ¹	Regressão Regression	r ²	MONGIN ¹
Ganho de peso, g ** Weight gain	$Y_{ij} = -125,587 + 1,5398X - 0,0025354X^2$	0,90	304	$Y_{ij} = -354,697 + 3,7378X - 0,00747X^2$	0,81	250
Consumo de ração, g Feed intake	N.S.			$Y_{ij} = 179,686 - 0,129653X$	0,71	
Conversão alimentar, (g/g)** Feed:gain ratio	$Y_{ij} = 3,6160 - 0,01478X + 0,000023X^2$	0,86	319	$Y_{ij} = 6,27613 - 0,039421X + 0,00008X^2$	0,89	252

* (P<0,05)

** (P<0,01)

1 Balanço eletrolítico para máximo desempenho produtivo, número de MONGIN (Na⁺ + K⁺ - Cl⁻).1 Dietary electrolyte balance for maximum performance, number of MONGIN (Na⁺ + K⁺ - Cl⁻).

Conclusões

As estimativas de exigências nutricionais de Na⁺ e Cl⁻ para frangos de corte na primeira semana de vida foram de 0,29 e 0,28%, respectivamente, e o melhor balanço eletrolítico da ração se encontra na faixa de 250 a 319 mEq/kg.

Referências Bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15. ed. Washington, D.C. 1094p.
- BRAGA, J.M. 1983. *Avaliação da fertilidade do solo; ensaios de campo*. Viçosa, MG. UFV. 101p.
- BRITTON, W.M. Effect of dietary salt intake on water and feed consumption. In: NUTRITION CONFERENCE FOR FEDD INDUSTRY, Georgia, 1992. *Proceedings...*Georgia, 1992. p.48-53.
- HOOGE, D.M. 1995. Dietary electrolytes influence metabolic processes of poultry. *Feedstuffs*, 67(50):14-21.
- HOOGE, D.M. 1998. Electrolyte balance in turkeys, layers examined. *Feedstuffs*, 70(18):17-19.
- MAIORKA, A., MAGRO, N., BARTELS, H.A. et al. 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. Role of sodium, potassium and chloride in eggshell quality. In: NUTRITION CONFERENCE OF FLORIDA, Florida, 1980. *Proceedings...* Florida, 1980, p.114-117.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1994. *Nutrient requirements of poultry*. 9.ed. National Academy Press, Washington, D.C. 155p.
- PATIENCE, J.F. 1990. A review of the role of acid-base balance in amino acid nutrition. *J. Anim. Sci.*, 68:398-408.
- ROSTAGNO, H.S., BARBARINO JR., P. BARBOZA W.A. Exigências nutricionais das aves determinadas no Brasil. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUINOS, 1, 1996. Viçosa, *Anais...*Viçosa, MG, 1996, p.361-388.
- SAVEOUR, B.P., MONGIN, P. 1978. Tibial dyschondroplasia, a cartilage abnormality in poultry. *Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys.*, 18:87-92.
- TEETER, R. 1997. Balancing the electrolyte equation. *Feed Mix.*, 5:22-26.

Recebido em: 24/06/1999

Aceito em: 27/09/1999