

Balanço Eletrolítico e Níveis de Proteína Bruta sobre o Desempenho de Pintos de Corte de 1 a 21 dias de Idade¹

Flávio Medeiros Vieites², George Henrique Kling de Moraes³, Luiz Fernando Teixeira Albino⁴, Horacio Santiago Rostagno⁴, Juarez Lopez Donzele⁴, José Geraldo de Vargas Junior⁵, Anel Atencio⁶

RESUMO - Foi realizado um experimento no Departamento de Zootecnia com o objetivo de determinar os melhores valores de balanço eletrolítico (BE) para pintos de corte. Utilizaram-se 2.112 pintinhos da marca comercial Ross, machos, criados em boxes de galpão de alvenaria, cama de maravalha e alimentados com duas rações basais, uma com 20 e outra com 23% de proteína bruta (PB), à base de milho e de farelo de soja, combinadas com níveis de BE de 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 e 350 mEq/kg. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8x2 (oito níveis de BE e dois níveis de PB), seis repetições e 22 aves por unidade experimental. Avaliaram-se o ganho de peso (GP), o consumo de ração (CR) e a conversão alimentar (CA) de pintos de corte aos 7, 14 e 21 dias de idade. Os melhores valores de BE para o CR, aos 21 dias, foram 185 (20% PB) e 194 (23% PB) mEq/kg. Entretanto, para o GP, os ótimos valores de BE obtidos foram 166 (20% PB) e 177 (23% PB) mEq/kg. Fora desses níveis de BE, houve restrição do CR e provável aumento do consumo de água. A CA não apresentou efeito significativo. Os ótimos valores de BE devem estar na faixa de 166 a 177 mEq/kg para o ótimo desempenho dos pintos de 1 a 21 dias. Foi também verificado que é possível diminuir o nível de PB das rações sem afetar o desempenho das aves, desde que haja adequada suplementação de aminoácidos essenciais, de forma a suprir o requerimento desses animais.

Palavras-chave: eletrólitos, equilíbrio ácido-básico, pintos de corte, produção, teor protéico

Electrolyte Balance and Crude Protein Levels on the Performance of Broiler Chicks from 1 to 21 Days of Age

ABSTRACT - An experiment was conducted at the Department of Animal Science of UFV to determine the best electrolyte balance (EB) for broiler chicks performance from one to 21 days of age. One day old chicks, male, Ross were reared in the floor covered with shaving woods and fed two corn-soybean meal based diet with 20 and 23% of crude protein (CP) combined with 0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 and 350 mEq/kg of EB. The experiment was analyzed as a completely randomized design in a factorial arrangement of treatments (two CP levels and eight EB) with six replicates of 22 chicks each and 96 experimental units. Weigh gain (WG), feed intake (FI) and feed efficiency (FE) were evaluated at 7, 14 and 21 days of age. The best EB estimate at 21 days for the FI were 185 (20% CP) and 194 (23% CP). However, for the WG, the best EB obtained were 166 (20% CP) and 177 (23% CP). Outside these levels of EB, restriction of FC occurred and probable increase of water consumption. The FE was not significant. Based on the obtained data, EB should be from 166 to 177 mEq/kg for the best performance of chicks. It was also verified that it is possible to decrease the CP level without affecting the performance of the chicks if the rations were adequately supplemented by essential aminoacids in order to supply the nutritional requirement of the chicks.

Key Words: electrolytes, acid basic balance, broiler chicks, production, protein level

Introdução

A manutenção do equilíbrio ácido-básico tem grande importância fisiológica e bioquímica, visto que as atividades das enzimas celulares, as trocas eletrolíticas e a manutenção do estado estrutural das proteínas dos organismos são profundamente influen-

ciadas por pequenas alterações no pH sanguíneo (Macari, 1994).

Modificações na concentração do íon hidrogênio, em relação ao valor normal, podem causar acentuadas mudanças na velocidade das reações químicas das células, algumas reduzidas, outras aceleradas. Problemas como a má qualidade da casca do ovo, a

¹ Parte da tese de Doutorado apresentado pelo primeiro autor à UFV.

² Médico Veterinário, DSc em Nutrição de Monogástricos. E.mail: fmvieites@yahoo.com.br

³ Professor do DBB/ UFV, Campus Universitário – Viçosa MG, Brasil CEP: 36571-000.

⁴ Professor do DZO/ UFV, Campus Universitário – Viçosa MG, Brasil CEP: 36571-000.

⁵ Zootecnista, DSc em Nutrição de Monogástricos. E.mail: jgvargas@bol.com.br

⁶ Médico Veterinário, DSc em Nutrição de Monogástricos. E.mail: anel@arches.uga.edu

má adaptação ao estresse térmico, o baixo desempenho dos animais, o antagonismo lisina-arginina e a discondroplasia tibial podem ser desencadeados ou piorados pelo desequilíbrio ácido-base nas aves.

Os metabolismos protéico, energético, mineral e a regulação ácido-básico são processos interrelacionados que influenciam no desempenho das aves (Patience, 1990). As rações animais não têm carga neutra, porém, todas as cargas negativas devem ser balanceadas com as positivas e a soma total dos eletrólitos fornecidos na ração tem influência direta na regulação do equilíbrio eletrolítico do animal. Estudos têm demonstrado que o sódio e o potássio possuem efeito alcalinizante nos fluídos corporais, o bicarbonato tem efeito tamponante e o cloro, efeito acidificante. Outras pesquisas têm revelado que o excesso de cloro pode ocasionar problemas nas pernas e nas articulações em aves de corte, além de prejudicar o desempenho das mesmas (Hooge, 1998).

Sauveur & Mongin (1978) demonstraram que a acidose metabólica, proveniente do excesso de cloro na dieta, aumentou a incidência de discondroplasia tibial e o excesso de sódio e/ou potássio diminuiu tal enfermidade. Nas aves com discondroplasia tibial, foi verificado baixo desempenho e redução da conversão de 25-hidroxicolecalciferol para 1,25 dihidroxicolecalciferol, sendo que este efeito no metabolismo da vitamina D pode estar envolvido com desordens do tecido ósseo.

Segundo Mongin (1981), para frangos de corte, devem ser usados, simultaneamente, balanço eletrolítico (BE) de 250 mEq/kg e relação (K + Cl)/Na maior que 1. Segundo Meschy (1999), o BE depende, principalmente, do conteúdo de proteína e do tipo de suplementação de Na utilizado, em decorrência da produção de íons provenientes do metabolismo dos aminoácidos e da utilização de bicarbonato na ureogênese. Esse autor ainda destaca que a redução do nível protéico da dieta seria desejável para evitar a perda de nitrogênio que causa impacto ambiental.

Objetivou-se, neste trabalho, determinar o melhor valor de BE de rações com dois níveis de proteína bruta sobre o desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade.

Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de outubro a novembro de 2001.

Foram utilizados 2.112 pintos da marca comercial Ross, machos, alojados em galpão de alvenaria, com pé direito de 3,0 metros, cobertura com telhas de cimento amianto provido de lanternim, mureta com laterais de 0,50 m, tela de ½'', distribuídas em boxes com piso de cimento, medindo 1,25 x 1,80 m (2,25 m²). No piso de cada boxe foi colocada maravalha como cama (altura de 10 cm).

As aves que morreram até o quinto dia foram substituídas por outras que eram mantidas em boxes extras, sendo criadas nas mesmas condições de manejo das aves em experimento.

Durante o período experimental, foi adotado programa de luz contínuo (24 horas de luz natural + artificial). Para aquecimento das aves, do 1º ao 15º dia, foram utilizadas lâmpadas infravermelhas de 250W, com altura regulável.

As variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, foram medidas com termômetros de máxima e mínima, de bulbo seco e úmido e de globo negro, para obtenção do ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade). A temperatura do galpão foi registrada diariamente e as leituras foram feitas às 7 e 19 h por termômetros de máxima e mínima (Tabela 1). As leituras dos termômetros das demais variáveis foram realizadas cinco vezes ao dia (7, 10, 13, 16 e 19 h) (Tabela 2).

Foram utilizadas duas rações basais, formuladas à base de milho, de farelo de soja e de farelo de glúten de milho, contendo 20 e 23% de proteína bruta (PB), de forma a atender às recomendações nutricionais, segundo Rostagno et al. (2000), exceto cloro e potássio. Essas rações foram formuladas de forma a conter BE de 150 mEq/kg, sendo utilizado como fonte de cloro o cloreto de amônia (Tabela 3).

Tabela 1 - Temperatura registrada no período de 1 a 21 dias de idade

Período (dias) <i>Period (days)</i>	Temperatura (°C) <i>Temperature (°C)</i>			
	Máxima		Mínima	
	Absoluta <i>Absolute</i>	Média <i>Mean</i>	Absoluta <i>Absolute</i>	Média <i>Mean</i>
1 a 7	31	30	18	20
8 a 14	32	30	18	22
15 a 21	30	29	14	18
Média <i>Mean</i>	-	30	-	20

Tabela 2 - Média das condições ambientais registradas durante o período experimental

Table 2 - Mean of environmental conditions recorded during the experimental period

Período (dias) Period (days)	Umidade relativa (%) Relative umidity (%)	ITGU
1 a 7	67 ± 5,9	74 ± 0,9
8 a 14	71 ± 6,1	75 ± 1,0
15 a 21	61 ± 3,5	73 ± 1,7
Média (Mean)	66 ± 5,2	74 ± 1,2

ITGU = $T_{gn} + 6,36 T_{po} - 330,08$ ($ITGU = T_{bg} + 6,36 T_{dp} - 330,08$), em que: T_{gn} = temperatura de globo negro ($^{\circ}K$); T_{po} = temperatura de ponto de orvalho ($^{\circ}K$).

T_{bg} = temperature of black globe ($^{\circ}K$); T_{dp} = temperature of dew point ($^{\circ}K$).

Os valores de BE foram calculados utilizando a seguinte fórmula sugerida por Mongin (1981):

$$BE = (\%Na^{+} \times 100/22,990^{*}) + (\%K^{+} \times 100/39,102^{*}) - (\%Cl^{-} \times 100/35,453^{*})$$

em que * = equivalente grama do Na^{+} , K^{+} ou Cl^{-} , respectivamente.

Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8x2 (oito níveis de BE dentro de dois níveis de PB), seis repetições e 22 aves por unidade experimental. Cada ração basal (20 e 23% de PB) foi suplementada com cloreto de amônia (NH_4Cl) ou carbonato de potássio (K_2CO_3), em substituição ao material inerte, de forma a obter oito níveis (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 e 350 mEq/kg) de BE. As aves foram distribuídas uniformemente com um dia de idade e peso médio de 45 g.

O cloreto de amônia (NH_4Cl) foi utilizado para se obter os balanços de 0, 50, e 100 mEq/kg e o carbonato de potássio (K_2CO_3), para balanços de 200, 250, 300 e 350 mEq/kg. Os tratamentos experimentais podem ser observados na Tabela 4.

Durante o período experimental, as aves foram pesadas semanalmente após jejum alimentar de seis horas, para avaliação dos parâmetros de desempenho (ganho de peso, conversão alimentar e consumo de ração).

As análises estatísticas dos dados obtidos foram realizadas utilizando-se o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997), onde foi feita uma análise de variância, com posterior uso de regressão polinomial para cada variável estudada, além do teste F, a 5% de probabilidade

na comparação de médias dos tratamentos para cada nível protéico estudado.

Por interesse do estudo, optou-se pelo desdobramento do BE dentro de cada nível protéico, independente da interação ter sido significativa.

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = m + N_i + P_j + N_i/P_j + E_{ijk}$$

em que Y_{ijk} = parâmetro observado na unidade experimental k , do nível de balanço eletrolítico i , dentro do nível de proteína bruta j ; m = média geral observada; N_i = efeito do balanço eletrolítico i ; $i = 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350$; P_j = efeito do nível de proteína bruta j ; $j = 20$ e 23% ; N_i/P_j = efeito do balanço eletrolítico i , dentro do nível de proteína bruta j ; E_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Resultados e Discussão

Desempenho de pintos de 1 a 7 dias

Não se observou interação do BE para os parâmetros de desempenho avaliados. Os dados de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar encontram-se na Tabela 5. O BE influenciou ($P < 0,01$; $P < 0,05$) o ganho de peso das aves alimentadas com 20 e 23% de PB na ração. Foi significativo ($P < 0,01$) apenas o consumo das aves que receberam 20% de PB na ração.

Não houve efeito ($P > 0,05$) do BE sobre a conversão alimentar das aves. No entanto, as aves que receberam ração com 20% de PB apresentaram pior conversão alimentar em relação às alimentadas com ração com 23% de PB. A maior conversão alimentar das aves alimentadas com 20% de PB ocorreu em virtude do aumento do consumo de ração das mesmas. Provavelmente, o excesso de aminoácidos diminuiu o consumo das aves que receberam rações com 23% de PB.

Constam, na Tabela 6, as equações de regressão e os valores de máximo ganho de peso e de consumo de ração, além do nível ótimo de BE expresso em mEq/kg, obtidos por equações de regressão polinomiais.

Foram observados efeitos quadráticos dos níveis de BE sobre o ganho de peso nos dois níveis de PB e sobre o consumo de ração no nível de 20% de PB. As aves obtiveram maior ganho de peso com o balanço de 129 e 136 mEq/kg, gerando ganhos de peso de 110,5 e 109,5 g, respectivamente. Para o consumo de ração, o melhor valor de BE foi de 167 mEq/kg, que correspondeu a ganho de peso de 136,6 g.

Tabela 3 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais
 Table 3 - Percentage composition and calculated nutritional values of the experimental diets

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Ração 20% <i>Diet 20%</i>	Ração 23% <i>Diet 23%</i>
Milho (<i>Corn</i>)	60,870	55,913
Farelo de soja (<i>Soybean meal</i>)	30,128	28,853
Farelo de glúten de milho (<i>Corn gluten meal</i>)	–	7,941
Óleo de soja (<i>Soybean oil</i>)	2,571	1,632
Calcário (<i>Limestone</i>)	1,000	1,027
Fosfato bicálcico (<i>Dicalcium phosphate</i>)	1,860	1,826
DL-Metionina (99%) (<i>DL-Methionine 99%</i>)	0,285	0,130
L-Arginina (99%) (<i>L-Arginine 99%</i>)	0,097	–
Glicina (<i>Glycine</i>)	0,296	–
L-Lisina HCl (98%) (<i>L-Lysine HCl 98%</i>)	0,332	0,295
L-Treonina (98,5%) (<i>L-Threonine 98.5%</i>)	0,139	0,007
L-Triptofano (99%) (<i>L-Tryptophan 99%</i>)	0,012	–
Sal (<i>Salt</i>)	0,469	0,460
Cloreto de amônia (<i>Amonium cloret</i>)	0,122	0,134
Cloreto colina (60%) (<i>Choline cloret 60%</i>)	0,100	0,100
Mistura vitamínico ¹ (<i>Vitamin supplement</i>)	0,100	0,100
Mistura mineral ² (<i>Mineral supplement</i>)	0,050	0,050
Virginamicina ³ (<i>Virginiamicin</i>)	0,050	0,050
Anticoccidiano ⁴ (<i>Anticoccidiostatic</i>)	0,055	0,055
Antioxidante ⁵ (<i>Antioxidant</i>)	0,010	0,010
Inerte ⁶ (<i>Inert</i>)	1,500	1,500
Composição calculada <i>Calculated composition</i>		
Energia metabolizável (kcal/kg) <i>Metabolizable energy</i>	3.000	3.000
Proteína bruta (<i>Crude protein</i>), %	20,00	23,00
Cálcio (<i>Calcium</i>), %	0,960	0,960
Fósforo total (<i>Total phosphorus</i>), %	0,668	0,679
Fósforo disponível (<i>Available phosphorus</i>), %	0,450	0,450
Sódio (<i>Sodium</i>), %	0,225	0,222
Potássio (<i>Potassium</i>), (%)	0,737	0,712
Cloro (<i>Chlorine</i>), (%)	0,484	0,457
Arginina digestível (<i>Digestible arginine</i>), %	1,260	1,260
Glicina + Serina (<i>Glycine plus serine</i>), %	2,096	2,096
Metionina + Cistina digestível (%) <i>Digestible Meth + Cys</i>	0,815	0,815
Lisina digestível (<i>Digestible lysine</i>), %	1,143	1,143
Treonina digestível (<i>Digestible threonine</i>), %	0,766	0,766
Triptofano digestível (<i>Digestible tryptophan</i>), %	0,221	0,221
Balanço eletrolítico (<i>Electrolyte balance</i>), mEq/kg	150	150

¹ Rovimix (Roche) - Conteúdo (*Content*): vit. A - 10.000.000 UI; vit. D3 - 2.000.000 UI; vit. E - 30.000 UI; vit. B1 - 2,0 g; vit. B6 - 4,0 g; Ac. pantotênico (*Pantothenic acid*) - 12,0 g; Biotina (*Biotin*) - 0,10 g; vit. K3 - 3,0 g; Ácido fólico (*Folic acid*) - 1,0 g; Ácido nicotínico (*Nicotinic acid*) - 50,0 g; vit. B12 - 15.000 mcg; Selênio (*Selenium*) - 0,25 g; e Veículo q. s. p. - 1.000 g.

² Rologomix (Roche) - Conteúdo (*Content*): Mn 16,0 g; Fe - 100,0 g; Zn - 100,0 g; Cu - 20,0 g; Co - 2,0 g; I - 2,0 g; e Veículo q. s. p. - 1.000 g.

³ Stafac® 20.

⁴ Coxistac® - Salinomicina (*Salinomycin*) - 12%.

⁵ Hidroxi Butil Tolueno.

⁶ Areia lavada.

Tabela 4 - Tratamentos constituídos pelas rações basais (20 e 23% de proteína bruta) suplementadas com NH₄Cl ou K₂CO₃Table 4 - Treatments constituted by the basal rations (20 and 23% of crude protein) supplemented with NH₄Cl or K₂CO₃

BE (mEq/kg) EB (mEq/kg)	Ração basal (kg) Basal ration (kg)	Inerte (kg) Inert (kg)	NH ₄ Cl (kg)	K ₂ CO ₃ (kg)	Total (kg)
0	98,5	0,693	0,807	-	100
50	98,5	0,962	0,538	-	100
100	98,5	1,231	0,269	-	100
150	98,5	1,500	-	-	100
200	98,5	1,151	-	0,349	100
250	98,5	0,802	-	0,698	100
300	98,5	0,453	-	1,047	100
350	98,5	0,104	-	1,396	100

NH₄Cl – peso molecular (U.M.A.) = 53,45; pureza 99,5% (NH₄Cl – molecular weight (U.A.M.) = 53.45; purity 99.5%).K₂CO₃ – peso molecular (U.M.A.) = 138,20; pureza 99,0% (K₂CO₃ – molecular weight (U.A.M.) = 138.20; purity 99.0%).

BE – Balanço eletrolítico (EB – Electrolyte balance).

Tabela 5 - Efeito de balanços eletrolíticos (BE) para 20 e 23% de proteína sobre o desempenho de pintos de corte de 1 a 7 dias de idade

Table 5 - Electrolyte balances (EB) effect for 20 and 23% of protein on broiler chicks performance from 1 to 7 days of age

Níveis de BE (mEq/kg) EB levels (mEq/kg)	Ganho de peso (g) Weight gain (g)		Consumo de ração (g) Feed intake (g)		Conversão alimentar Feed:gain ratio	
	20%	23%	20%	23%	20%	23%
00	109,1	107,8	126,8	125,5	1,162	1,164
50	106,7	107,9	136,7	122,4	1,281	1,135
100	106,9	107,9	132,9	133,3	1,243	1,236
150	112,5	107,3	137,3	127,0	1,221	1,183
200	113,6	110,5	135,5	129,1	1,193	1,168
250	104,7	109,0	137,7	131,2	1,315	1,204
300	103,7	106,1	126,5	118,9	1,220	1,121
350	100,1	100,7	129,7	129,9	1,296	1,290
Média Mean	107,2 ^a	107,2 ^a	132,9 ^a	127,2 ^b	1,241 ^a	1,188 ^b
Efeito Effect	Q ^{**}	Q [*]	Q ^{**}	ns	ns	ns
CV (%)	4,50		5,70		6,66	

Q^{**} Efeito quadrático (P<0,01); Q^{*} efeito quadrático (P<0,05); ns não-significativo; CV = coeficiente de variaçãoQ^{**} Quadratic effect (P<.01); Q^{*} Quadratic effect (P<.05); ns not significant; CV = coefficient of variation.

Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P<0,05).

Treatments means followed by the same letter do not differ by test F (P<.05).

Tabela 6 - Equações de balanço eletrolítico (BE) para os parâmetros de desempenho de pintos de corte de 1 a 7 dias de idade de idade

Table 6 - Electrolyte balance (EB) equations for broiler chicks performance from 1 to 7 days of age

Parâmetro <i>Parameter</i>	Equação <i>Equation</i>	R ²	Máximo <i>Maximum</i>	BE (mEq/kg) <i>EB (mEq/kg)</i>
GP20% WG20%	$\hat{Y} = 106,86 + 0,0559174^{**}X - 0,000216701^{**}X^2$	0,64	110,5	129,0
GP23% WG23%	$\hat{Y} = 106,55 + 0,0430153^{*}X - 0,000158079^{**}X^2$	0,72	109,5	136,1
CR20% FI20%	$\hat{Y} = 128,75 + 0,0937295^{ns}X - 0,00028016^{#}X^2$	0,55	136,6	167,3

GP – ganho de peso (g); CR – consumo de ração (g) (WG – weight gain, g; FI – feed intake, g).

** Efeito significativo (P<0,01); # efeito significativo (P<0,10) (Significant effect [P<.01]; Significant effect [P<.10]).

ns Não-significativo (not significant).

Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Maiorka et al. (1998), que determinaram, para o melhor desempenho de aves na primeira semana de vida, relação entre os íons Na⁺, K⁺ e Cl⁻ de 140 mEq/kg.

Rondón et al. (2000a) estudaram exigências nutricionais de sódio e de cloro para pintos de corte na fase pré-inicial (1-7 dias de idade) e verificaram efeito quadrático dos níveis de sódio (P<0,01), sendo o melhor desempenho com BE de 304 e 319 mEq/kg, para ganho de peso e conversão alimentar, respectivamente. No experimento com cloro, os valores de BE encontrados para os mesmos parâmetros foram de 250 e 252 mEq/kg.

Verifica-se que a inter-relação entre os eletrólitos afeta o desempenho das aves tanto ao fornecer níveis de minerais que estão fora do requerimento nutricional quanto ao mudar a relação ótima existente entre eles.

Adekunmisi & Robbins (1987), trabalhando com rações contendo 14,3 ou 28,6% de PB para frangos de corte na fase inicial, observaram que o aumento dos valores de Na⁺ + K⁺ - Cl⁻ (185 a 564 mEq/kg) beneficiou o desempenho das aves que receberam ração com o maior teor protéico. Os autores concluíram que o BE entre Na⁺ + K⁺ - Cl⁻ deve aumentar com o aumento do nível protéico.

No presente experimento, o melhor BE obtido para o ganho de peso das aves que receberam 23% de PB na ração também foi superior ao das aves alimentadas com 20% de PB na ração (136 vs 129 mEq/kg). Possivelmente, as aves alimentadas com 23% de PB apresentaram maior eliminação de ácido úrico em função do catabolismo protéico, gerando maior quantidade de íons amônio (NH₄⁺), sendo eles os responsáveis pelo aumento do BE, apesar de o

ganho de peso ter sido o mesmo para os dois níveis protéicos estudados.

Desempenho de pintos de 1 a 14 dias

Os resultados de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar encontram-se na Tabela 7. Não se observou interação do BE para os parâmetros de desempenho avaliados. Os BE influenciaram (P<0,05) o ganho de peso e o consumo de ração dos pintos nos dois níveis de PB, que variaram de forma quadrática, conforme as equações apresentadas na Tabela 8. Não houve efeito (P>0,05) do BE sobre a conversão alimentar nos níveis de PB avaliados.

Os melhores resultados de ganho de peso e os maiores valores de consumo de ração foram de 166 e 170 mEq/kg e de 175 e 197 mEq/kg para as aves alimentadas com rações contendo 20 e 23% de PB, respectivamente.

Hullan et al. (1987) relataram que, quando o balanço Na⁺ + K⁺ - Cl⁻ está entre 155 e 300 mEq/kg na fase inicial de criação de pintos de corte, não há influência sobre o ganho de peso e a conversão alimentar. Entretanto, verifica-se, no presente experimento, que os melhores resultados foram obtidos com BE entre 166 e 197 mEq/kg. Apenas a conversão alimentar não foi alterada com a variação dos valores de BE.

López & Austic (1993), em ensaio de desempenho, avaliaram o efeito da adição de bicarbonato de sódio e cloreto de cálcio em dietas para frangos de corte na fase de 7 a 22 dias e concluíram que o cloro ocasionou acentuada queda no ganho de peso das aves. No experimento executado para a elaboração deste trabalho, os resultados obtidos foram similares aos dos referidos autores, ou seja, aves que receberam doses elevadas de cloro também apresentaram ganhos de peso reduzido.

Tabela 7 - Efeito de balanços eletrolíticos (BE) para 20 e 23% de proteína sobre o desempenho de pintos de corte de 1 a 14 dias de idade

Table 7 - Electrolyte balances (EB) effect for 20 and 23% of protein on broiler chicks performance from 1 to 14 days of age

Níveis de BE (mEq/kg) <i>EB levels (mEq/kg)</i>	Ganho de peso (g) <i>Weight gain (g)</i>		Consumo de ração (g) <i>Feed intake (g)</i>		Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i>	
	20%	23%	20%	23%	20%	23%
00	344,3	344,0	468,4	458,5	1,361	1,333
50	359,4	366,0	485,7	473,4	1,351	1,293
100	364,4	360,3	495,7	489,4	1,360	1,358
150	371,9	359,2	500,6	482,6	1,346	1,343
200	380,4	368,8	514,1	492,3	1,351	1,335
250	358,7	366,5	492,0	487,4	1,372	1,330
300	351,0	358,6	475,1	471,4	1,354	1,315
350	340,0	341,0	475,4	478,6	1,398	1,403
Média <i>Mean</i>	358,8 ^a	358,0 ^a	488,4 ^a	479,2 ^b	1,362 ^a	1,339 ^b
Efeito <i>Effect</i>	Q ^{**}	Q ^{**}	Q ^{**}	Q ^{**}	ns	ns
CV (%)	3,74		3,01		3,43	

Q^{**} Efeito quadrático (P<0,01); Q^{*} efeito quadrático (P<0,05); ns não-significativo; CV = coeficiente de variação.Q^{*} Quadratic effect (P<.01); Q^{*} Quadratic effect (P<.05); ns not significant; CV = coefficient of variation.

Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P<0,05).

Treatments means followed by the same letter do not differ by test F (P<.05).

Tabela 8 - Equações de balanço eletrolítico (BE) para os parâmetros de desempenho de pintos de corte de 1 a 14 dias de idade de idade

Table 8 - Electrolyte balance (EB) equations for broiler chicks performance from one to 14 days of age

Parâmetro <i>Parameter</i>	Equação <i>Equation</i>	R ²	Máximo <i>Maximum</i>	BE (mEq/kg) <i>EB (mEq/kg)</i>
GP20% WG20%	$\hat{Y} = 344,188 + 0,339227^{ns}X - 0,00102396^{**}X^2$	0,88	372,3	165,6
GP23% WG23%	$\hat{Y} = 346,718 + 0,243981^{ns}X - 0,000716946^{**}X^2$	0,73	367,5	170,1
CR20% FI20%	$\hat{Y} = 468,913 + 0,390732^{ns}X - 0,00111789^{**}X^2$	0,81	503,1	174,8
CR23% FI23%	$\hat{Y} = 461,094 + 0,282113^{#}X - 0,000714640^{**}X^2$	0,74	488,9	197,4

GP – ganho de peso (g); CR – consumo de ração (g) (WG – weight gain, g; FI – feed intake, g).

** Efeito significativo (P<0,01); # Efeito significativo (P<0,10) (Significant effect [P<.01]; Significant effect [P<.10]).

ns Não-significativo (not significant).

Desempenho de pintos de 1 a 21 dias

Verifica-se que os diferentes BE afetaram o ganho de peso e o consumo de ração dos pintos (Tabela 9). Não se observou interação do BE para os parâmetros de desempenho avaliados, como ocorreu para as fases de 1 a 7 e de 1 a 14 dias de idade.

Foram observados efeitos quadráticos (P<0,01) dos BE para ganho de peso e consumo de ração, independente do nível protéico estudado. As aves

obtiveram o maior ganho de peso com o balanço de 200 mEq/kg e consumiram maior quantidade de ração com o BE na faixa de 100 a 250 mEq/kg. Provavelmente, fora desse intervalo, houve restrição do consumo alimentar e provável aumento do consumo de água, em função do excesso de sais na ração (cloreto de amônia ou carbonato de potássio).

Verifica-se também que o desempenho não foi prejudicado quando se utilizou teor de 20% de PB na

Tabela 9 - Efeito de balanços eletrolíticos (BE) para 20 e 23% de proteína sobre o desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade

Table 9 - Electrolyte balances (EB) effect for 20 and 23% of protein on broiler chicks performance from 1 to 21 days of age

Níveis de BE (mEq/kg) <i>EB levels (mEq/kg)</i>	Ganho de peso (g) <i>Weight gain (g)</i>		Consumo de ração (g) <i>Feed intake (g)</i>		Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i>	
	20%	23%	20%	23%	20%	23%
00	731,9	731,3	1041,0	1046,0	1,422	1,430
50	788,9	772,8	1105,7	1085,0	1,402	1,404
100	783,9	757,5	1118,4	1109,0	1,427	1,464
150	803,8	780,2	1134,5	1112,9	1,411	1,426
200	826,5	789,9	1182,4	1127,2	1,431	1,427
250	778,7	782,4	1119,7	1115,2	1,438	1,425
300	748,7	768,5	1087,8	1092,3	1,453	1,421
350	731,5	726,3	1083,5	1080,6	1,481	1,488
Média <i>Mean</i>	774,2 ^a	763,6 ^a	1109,1 ^a	1096,0 ^b	1,433 ^a	1,436 ^a
Efeito <i>Effect</i>	Q**	Q**	Q**	Q**	ns	ns
CV (%)	3,48		2,28		2,76	

Q** Efeito quadrático (P<0,01); Q* efeito quadrático (P<0,05); ns não-significativo; CV = coeficiente de variação.

Q** Quadratic effect (P<.01); Q* Quadratic effect (P<.05); ns not significant; CV = coefficient of variation.

Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P<0,05).

Treatments means followed by the same letter do not differ by test F (P<.05).

ração, sendo ainda constatado menor valor numérico na média do ganho de peso das aves que receberam 23% de PB na ração (763,6 g). É provável que o excesso de aminoácidos não-essenciais presentes na ração com 23% de PB tenha causado maior gasto de energia, em virtude da formação do ácido úrico.

Constam na, Tabela 10, os valores de máximo ganho de peso e consumo de ração, além do nível ótimo de balanço eletrolítico expresso em mEq/kg, obtidos por equações de regressão polinomiais.

Nessa fase, a exigência para ganho de peso foi de 165,89 e 176,94 mEq/kg para as aves alimentadas com rações contendo 20% e 23% de PB, respectivamente, enquanto os maiores valores de consumo de ração corresponderam a 185,5 e 194,3 mEq/kg para os mesmos níveis protéicos supracitados.

Segundo Karunajeewa et al. (1986), o aumento do BE de 150 a 300 mEq/kg em rações iniciais (1 a 21 dias) não afeta o desempenho das aves. Entretanto, Mongin & Sauveur (1977) relataram que, usando dietas purificadas, o máximo de crescimento de 1 a 28 dias foi alcançado com BE de 250 a 350 mEq/kg e que o desempenho foi reduzido, quando fora desta faixa.

Em contraste aos autores mencionados, recomenda-se uma faixa mais estreita de BE (166 a 194

mEq/kg) considerada ideal para o desempenho das aves na fase de 1 a 21 dias.

Karunajeewa & Barr (1988) ressaltam que a disponibilidade dos minerais nas dietas práticas difere da encontrada em dietas purificadas e que frangos submetidos a dietas práticas toleram maior faixa de variação em relação ao BE. Os aminoácidos adicionados nas dietas purificadas tendem a diminuir o BE das mesmas, comprometendo o equilíbrio eletrolítico e prejudicando o desempenho das aves.

Observa-se, entretanto, que o mesmo não se aplica aos resultados do presente experimento, visto que as aves obtiveram melhor desempenho em menor faixa de variação, embora estivessem consumindo dietas práticas.

Dersjant-Li et al. (2002), ao avaliarem o efeito de duas rações contendo BE de -100 mEq/kg e 200 mEq/kg para leitões em crescimento, constataram que a concentração de oxigênio no sangue arterial e portal foi menor no grupo que recebeu ração com -100 mEq/kg. Segundo os autores, dietas acidogênicas acarretam baixa concentração de hemoglobina no sangue, caracterizada por baixo hematócrito nos animais. Com isso, há diminuição do metabolismo basal e provável inibição do centro da

Tabela 10 - Equações de balanço eletrolítico para os parâmetros de desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade de idade

Table 10 - Electrolyte balance equations for broiler chicks performance from 1 to 21 days of age

Parâmetro Parameter	Equação Equation	R ²	Máximo Maximum	BE (mEq/kg) EB (mEq/kg)
GP20% WG20%	$\hat{Y} = 738,051 + 0,837898^{ns}X - 0,00252552^{**}X^2$	0,84	807,5	165,89
GP23% WG23%	$\hat{Y} = 732,221 + 0,610426^{ns}X - 0,00172490^{**}X^2$	0,80	786,2	176,94
CR20% FI20%	$\hat{Y} = 1046,93 + 1,08953^{\#}X - 0,00293638^{**}X^2$	0,79	1148,0	185,52
CR23% FI23%	$\hat{Y} = 1049,27 + 0,749113^{\#}X - 0,00192807^{**}X^2$	0,96	1122,0	194,30

GP – ganho de peso (g); CR – consumo de ração (g) (WG – weight gain, g; FI – feed intake, g).

** Efeito significativo (P<0,01); # Efeito significativo (P<0,10) (Significant effect [P<.01]; Significant effect [P<.10]).

^{ns} Não-significativo (not significant).

fome no hipotálamo, fazendo com que ocorra diminuição do consumo de ração pelos animais.

Com base no trabalho citado anteriormente, pode-se supor que tenha ocorrido uma diminuição do metabolismo basal das aves em acidose metabólica, visto que o mais baixo consumo de ração foi observado nas aves que receberam rações com zero mEq/kg.

Ao avaliarem as exigências nutricionais de sódio e de cloro em dois experimentos para frangos de corte na fase inicial (1-21 dias), Rondon et al. (2000b) obtiveram o melhor desempenho produtivo com BE entre 298 e 315 mEq/kg, variando de 0 a 0,35% os níveis de sódio nas dietas, e entre 246 a 264 mEq/kg, variando os níveis de cloro da mesma forma que no experimento anterior.

Todos os resultados observados por Rondón et al. (2000b) encontram-se bem acima dos obtidos neste experimento. Pode-se verificar que para a determinação do melhor valor de BE devem em consideradas a relação de Mongin e a variação dos minerais que compõe essa relação. Portanto, é necessária a realização de mais pesquisas que visem obter informações sobre a inter-relação entre os eletrólitos.

Segundo Mongin (1981), devem ser utilizados, simultaneamente, para frangos de corte BE de 250 mEq/kg e relação (K + Cl)/Na maior que 1. Tal relação foi respeitada em todos os tratamentos e os valores das relações correspondentes às rações basais com 20 e 23% de PB foram de 5,43 e 5,26, respectivamente. Entretanto, Maiorka et al. (1998) mencionam que não existem na literatura citações sobre a melhor fonte de suplementação de eletrólitos para as

rações e de que não há informação suficiente a respeito da relação (K + Cl)/Na.

Considerando o ganho de peso como o parâmetro mais importante, recomenda-se BE de 166 a 177 mEq/kg como ótimo para o crescimento dos frangos para a fase de 1 a 21 dias. É possível diminuir o nível protéico das rações, sem afetar o desempenho das aves, desde que haja adequada suplementação de aminoácidos essenciais de forma a atender o requerimento nutricional das mesmas.

Conclusões

Recomenda-se BE de 166 a 177 mEq/kg como nível de ótimo para o crescimento dos frangos na fase de 1 a 21 dias. Comprova-se também que é possível diminuir o nível protéico das rações, sem afetar o desempenho das aves, desde que haja adequada suplementação de aminoácidos essenciais de forma a atender ao requerimento nutricional desses animais.

Literatura Citada

- ADEKUNMISI, A.A.; ROBBINS, K.R. Effects of dietary crude protein, electrolyte balance e photoperiod on growth of broiler chickens. **Poultry Science**, v.66, p.299-305, 1987.
- DEKJANT-LI, Y.; VERSTEGEN, M.W.A.; JANSMAN, A. et al. Changes in oxygen content and acid-base balance in arterial and portal blood in response to the dietary electrolyte balance in pigs during a 9-h period after a meal. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1233-1239, 2002.
- HOOGE, D.M. Eletrolite balance in turkeys, layers examined. **Feedstuffs**, p.17-19, 1998.

- HULAN, H.W.; SIMONS, P.C.M.; VAN SCHAGEN, P.J.W. Effect of altering the cation-anion balance and calcium content on general performance and incidence of leg abnormalities of broiler chickens. **Journal of Animal Science**, v.67, p.165-177, 1987.
- KARUNAJEEWA, H.; BARR, D.A.; FOX, M. Effect of dietary phosphorus concentration and electrolyte balance on the growth performance of broiler chickens. **British Poultry Science**, v.27, p.601-612, 1986.
- KARUNAJEEWA, H.; BARR, D.A. Influence of dietary electrolyte balance, source of added potassium and anticoccidial agents on the performance of male broilers. **British Poultry Science**, v.29, p.137-147, 1988.
- LÓPEZ, B.R.; AUSTIC, R.E. The effect of selected minerals on the acid-base balance of growing chicks. **Poultry Science**, v.72, p.1054-1062, 1993.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALEZ, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1994.
- MAIORKA, A.; MAGRO, N.; BARTEL, A.H. 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: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998.
- MESCHY, F. Balance eletrolítico y productividad en animales monogástricos. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL, 14., 1999. **Resumos...** FEDNA, 1999. p.1-13.
- MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **Procedure Nutrition Society**, v.40, p.285-294, 1981.
- MONGIN, P.; SAUVEUR, B. Interrelationships between mineral nutrition, acid-base, growth and cartilage abnormalities. **Proceedings Poultry Science**, n.12, p.235-247, 1977.
- PATIENCE, J.F. A review of the role acid-base balance in amino acid nutrition. **Journal of Animal Science**, v.68, p.398-408, 1990.
- RONDÓN, E.O.O.; MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. et al. 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, 2000a.
- RONDÓN, E.O.O.; MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. et al. Exigências nutricionais de sódio e cloro para frangos de corte na fase inicial (1 - 21 dias de idade). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000b. p.578.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. **Tabelas brasileiras de exigências nutricionais para aves e suínos** (Composição de alimentos e exigências nutricionais). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- SAUVEUR, B.; MONGIN, P. Tibial dyschondroplasia, a cartilage abnormality in poultry. **Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique**, v.18, p.87-92, 1978.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 59p.

Recebido em: 28/05/03

Aceito em: 05/04/04