

Cálcio, fósforo e proteína total no sangue de frangos de corte em função de níveis de balanço eletrolítico da ração

[Calcium, phosphorus and total protein in blood of broiler according to levels of electrolytic balance in rations]

F.M. Vieites¹, A.L. Fraga¹ (in memoriam), G.H.K. Moraes², J.G. Vargas Júnior³,
R.P. Nalon⁴, G.S.S. Corrêa⁴, R.V. Nunes⁵

¹Instituto de Ciências Exatas e Naturais – UFMT – Rondonópolis, MT

²Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular – UFV – Viçosa, MG

³Departamento de Zootecnia e Economia Rural – UFES – Alegre, ES

⁴Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – UFMT – Cuiabá, MT

⁵Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UNIOESTE – Marechal Rondon, PR

RESUMO

Determinaram-se os melhores valores do balanço eletrolítico (BE) de dietas para frangos quanto aos teores de cálcio, fósforo e proteína total no sangue de frangos de corte aos 42 dias de idade. Foram utilizadas 1728 aves de marca comercial, machos. As aves foram alimentadas com duas dietas basais, 20 ou 23% de proteína bruta (PB), na fase inicial, e uma única ração basal, 20% de PB, na fase de crescimento, combinadas com níveis de balanço eletrolítico de 0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 350mEq/kg. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial, com seis repetições de 18 aves cada e 96 unidades experimentais. Foi escolhida uma ave em cada unidade experimental para a coleta de sangue. Foram avaliados os teores de cálcio, fósforo e proteínas totais no sangue dessas aves aos 42 dias de idade. Os melhores valores de BE estimados para o teor de proteína total no sangue foram de 101 e 131mEq/kg da dieta, para planos nutricionais de 20-20% e 23-20% de PB, respectivamente. Para os teores plasmáticos de cálcio e fósforo, não foram encontradas diferenças entre os níveis de BE estudados.

Palavras-chave: avicultura industrial, equilíbrio eletrolítico, homeostasia, minerais, plasma

ABSTRACT

The best values of electrolytic balance (EB) in diets for blood levels of calcium, phosphorus and total protein for 42 days old broiler chickens was determined. 1728 Ross male chicks were used, which were fed with two basal diets with 20 or 23% of crude protein (CP) in the initial phase and one basal diet with 20% of CP during growing phase. They were combined with the following EB levels: 0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 and 350mEq/kg. A completely randomized design with a factorial arrangement of treatments was used with six repetitions of 18 birds and 96 experimental units. One bird was chosen from each experimental unit for blood collection. The content of calcium, phosphorus and total protein in the blood of these birds at 42 days of age was evaluated. The best values of EB for the nutritional plans of 20-20% and for 23-20% were 101 and 131mEq/kg of crude protein, respectively. Significant differences were not found among the EB studied for the serum concentrations of calcium and phosphorus levels.

Keywords: poultry industry, electrolytic equilibrium, homeostasis, minerals, plasma

Recebido em 10 de março de 2010

Aceito em 8 de junho de 2011

E-mail: fmvieites@yahoo.com.br

Projeto de Pesquisa Financiado pelo CNPq

INTRODUÇÃO

O sangue do animal transporta nutrientes do trato digestivo para os tecidos, os produtos finais do metabolismo das células até os órgãos de excreção, o oxigênio dos pulmões para os tecidos, o dióxido de carbono dos tecidos para os pulmões e as secreções das glândulas endócrinas por todo o corpo. O sangue também ajuda a regular a temperatura corporal, mantém constante a concentração de água e de eletrólitos nas células, regula a concentração do íon hidrogênio e defende o corpo contra microrganismos (Swenson, 2006). Os constituintes extracelulares do sangue incluem a água, os eletrólitos, as proteínas, a glicose, as enzimas e os hormônios. Dentre os eletrólitos, merecem destaque o cálcio dissociado (Ca^{2+}) e o fosfato (PO_4^{2-}).

O cálcio plasmático pode ser encontrado ligado a proteínas (albumina, globulina), a outros compostos orgânicos e também a fosfatos e a outros ânions, sendo que metade de sua forma biodisponível se encontra dissociada (Vieites *et al.*, 2004). A concentração de cálcio sanguíneo é mantida em limites sensíveis pela ação de alguns hormônios que controlam a absorção, a excreção e o metabolismo ósseo, como os hormônios paratireoideo e tirocalcitonina (Macari *et al.*, 2002). Este cálcio plasmático é essencial para a coagulação sanguínea, permeabilidade de membrana, excitabilidade neuromuscular, transmissão do impulso nervoso e ativação de sistemas enzimáticos.

O fosfato une-se ao cálcio formando compostos que conferem rigidez aos ossos, participa do metabolismo energético, metabolismo de carboidratos, aminoácidos e gordura, nos processos químicos do sangue, crescimento do esqueleto, transporte de ácidos graxos e outros lipídios. Participa também como constituinte de ácidos nucleicos, e componentes de muitas coenzimas, além de estar envolvido no armazenamento e na transferência de energia em compostos fosforilados da glicose e seus derivados (McDowell, 1992).

As proteínas plasmáticas são responsáveis pela manutenção da pressão coloidosmótica do plasma, contribuindo, assim, para a manutenção da pressão sanguínea dentro dos limites normais. Além disso, ajudam a regular o equilíbrio ácido-

base do sangue e participam do transporte de nutrientes (Ca, P, Fe, Cu, lipídios, vitaminas lipossolúveis, aminoácidos), hormônios, colesterol, bilirrubina e outras substâncias (Swenson, 2006).

O equilíbrio ácido-básico (EAB) ou balanço eletrolítico (BE) define-se como a diferença entre os principais cátions e ânions da dieta. O equilíbrio ácido-básico refere-se à tendência de o animal manter constante a concentração de prótons (H^+) intra e extracelular (Patience, 1990), e as funções metabólicas das células estão intimamente relacionadas com estas concentrações. Por essa razão, a regulação da concentração desse íon constitui um dos aspectos mais importantes da homeostasia. De acordo com Macari *et al.* (2002), a manutenção do equilíbrio ácido-básico do meio interno tem grande importância fisiológica e bioquímica, uma vez que as atividades das enzimas celulares, as trocas eletrolíticas e a manutenção do estado estrutural das proteínas do organismo são influenciadas por pequenas alterações no pH sanguíneo.

A susceptibilidade das aves ao estresse calórico aumenta à medida que o binômio umidade relativa – temperatura ambiente ultrapassa a zona de conforto térmico, dificultando, assim, a dissipação de calor e incrementando a temperatura corporal, com efeito negativo sobre o desempenho da ave. Uma das consequências do estresse é a mudança no equilíbrio ácido-base com o aparecimento da alcalose respiratória.

Entre as respostas fisiológicas compensatórias das aves, quando expostas ao calor, inclui-se a vasodilatação periférica, resultando em aumento de perda de calor não evaporativo. Essa perda de calor pode também ocorrer com o aumento da produção de urina, se esta perda de água for compensada pelo maior consumo de água fria. Outra resposta fisiológica é o aumento na taxa respiratória, resultando em perdas excessivas de dióxido de carbono (CO_2). Assim, a pressão parcial de CO_2 (pCO_2) diminui, levando à queda na concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) e hidrogênio (H^+). Em resposta, os rins aumentam a excreção de HCO_3^- e reduzem a excreção de H^+ na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base da ave (Borges *et al.*, 2003).

O objetivo do presente trabalho foi determinar o melhor valor de BE em dietas com dois planos nutricionais, 20-20% e 23-20% PB, para frangos de corte aos 42 dias de idade, com base nos teores de cálcio, fósforo e proteína total plasmática.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho teve a duração de 42 dias e o abate das aves e a coleta de sangue foram feitos no próprio local do experimento. Foram utilizados 1728 frangos, machos, da marca comercial Ross, durante o período experimental, que compreendeu a fase inicial de 1 a 21 dias e a fase de crescimento de 22 a 42 dias. Foram distribuídos uniformemente no início do experimento em 96 boxes. Duas dietas basais foram fornecidas na fase inicial, com 20 e 23% PB, e apenas uma na fase de crescimento, com 20% PB, caracterizando os planos nutricionais 20-20% e 23-20% PB.

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria em boxes de 1,25x1,80m (2,25m²). Durante o período experimental, foi adotado programa contínuo de luz – 24 horas de luz natural + artificial. Para aquecimento dos pintos, do primeiro ao 15º dia, foram utilizadas lâmpadas de infravermelho de 250W/box, com altura regulável.

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

Tabela 1. Temperatura, umidade relativa e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) registradas no período de 1 a 42 dias de idade

Período (dias)	Temperatura (°C)				Umidade (%)	ITGU
	Máxima		Mínima			
	Absoluta	Média	Absoluta	Média		
1 a 7	31	30	18	20	67±5,9	74±0,9
8 a 14	32	30	18	22	71±6,1	75±1,0
15 a 21	30	29	14	18	61±3,5	73±1,7
22 a 28	28	27	19	21	64±8,7	73±0,8
29 a 35	32	30	20	21	79±6,7	76±2,0
36 a 42	32	28	21	22	83±8,6	75±1,7
Média	-	29	-	21	73±6,6	74±1,3

ITGU= Tgn + 6,36Tpo -330,08.

Tgn = temperatura de globo negro (°K); Tpo = temperatura de ponto de orvalho (°K).

No período de 1 a 21 dias de idade, as aves receberam dietas com 20 e 23% de PB e, no período de 22 a 42 dias, uma única dieta basal com 20% de PB. Ambas foram elaboradas com milho, farelo de soja e glúten de milho, de forma a atender às recomendações nutricionais para as fases iniciais e de crescimento, exceto para potássio e cloro (Rostagno, 2000). As dietas foram formuladas de modo a conter BE de 150mEq/kg utilizando-se do cloreto de amônio para esse ajuste (Tab. 2).

Os valores de BE foram calculados segundo fórmula proposta por Mongin (1981): BE = (%Na⁺ x 100/22,990^{*}) + (% K⁺ x 100/39,098^{*}) – (%Cl⁻ x100/35,453^{*}), em que representa o

equivalente grama do Na⁺, K⁺ ou Cl⁻, respectivamente.

Foi utilizado delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 8x2 (oito níveis de BE dentro de duas sequências proteicas), seis repetições e 18 aves por unidade experimental. As dietas basais nas fases iniciais e de crescimento foram suplementadas com cloreto de amônio (NH₄Cl) ou carbonato de potássio (K₂CO₃) em substituição ao material inerte, de forma a obter oito níveis: 0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 350mEq/kg de BE. As aves foram distribuídas uniformemente com um dia de idade e com média de peso de 45g.

Tabela 2. Dietas basais iniciais com 20 e 23% de proteína bruta (PB) e dieta basal de crescimento

Ingrediente	Inicial (20% PB)	Inicial (23% PB)	Crescimento (20% PB)
Milho	60,870	55,913	61,785
Farelo de soja	30,128	28,853	25,582
Farelo de glúten de milho	-----	7,941	4,100
Óleo de soja	2,571	1,632	2,998
Calcário	1,000	1,027	0,957
Fosfato bicálcico	1,860	1,826	1,629
DL – metionina (99%)	0,285	0,130	0,163
L – arginina (99%)	0,097	–	0,153
Glicina	0,296	–	–
L – lisina HCl (98%)	0,332	0,295	0,308
L – treonina (98,5%)	0,139	0,007	–
L – triptofano	0,012	–	0,006
Sal comum (NaCl)	0,469	0,291	0,392
Cloreto de amônio	0,122	0,095	0,129
Cloreto de colina (60%)	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100
Mistura mineral ²	0,050	0,050	0,050
Virginamicina ³	0,050	0,050	0,050
Anticoccidiano ⁴	0,055	0,055	0,055
Antioxidante ⁵	0,010	0,010	0,010
Areia lavada (inerte)	1,500	1,500	1,500
Total	100,00	100,00	100,00
Composição calculada			
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000
Proteína bruta (%)	20,00	23,00	20,00
Cálcio (%)	0,960	0,960	0,874
Fósforo total (%)	0,668	0,679	0,603
Fósforo disponível (%)	0,450	0,450	0,406
Sódio (%)	0,225	0,222	0,192
Potássio (%)	0,737	0,712	0,663
Cloro (%)	0,484	0,457	0,366
Arginina total (%)	1,324	1,321	1,250
Arginina digestível (%)	1,260	1,260	1,178
Glicina + serina (%)	2,096	2,096	1,808
Metionina + cistina total (%)	0,890	0,901	0,817
Metionina+cistina digestível (%)	0,815	0,815	0,741
Lisina total (%)	1,250	1,252	1,148
Lisina digestível (%)	1,143	1,143	1,045
Treonina total (%)	0,874	0,873	0,746
Treonina digestível (%)	0,766	0,766	0,650
Triptofano total (%)	0,245	0,243	0,246
Triptofano digestível (%)	0,221	0,221	0,650
Balanço eletrolítico (mEq/kg)	150	150	150

¹Rovimix (Roche) –Níveis de garantia por quilo do produto: Vit. A – 10.000.000UI; Vit. D3 – 2.000.000UI; Vit. E – 30.000UI; Vit. B1 – 2,0g; Vit. B6 – 4,0g; Ác. Pantotênico – 12,0g; Biotina – 0,10g; Vit. K3 – 3,0g; Ácido fólico – 1,0g; Ácido nicotínico – 50,0g; Vit. B12 – 15.000mcg; Selênio – 0,25g; Veículo qsp = 1.000g.

²Roligomix (Roche). Níveis de garantia por quilo de produto: Mn – 16,0g; Fe – 100,0g; Zn – 100,0g; Cu – 20,0g; Co – 2,0g; I – 2,0g; Veículo q.s.p. – 1.000g.

³Stafac® – 50%.

⁴Coxistac® (Salinomicina) – 12%.

⁵BHT (2,6-di-*terc*-butil-4-metil-fenol).

O NH₄Cl foi utilizado para se obter os balanços de 0, 50 e 100mEq/kg, e o K₂CO₃ para balanços de 200, 250, 300 e 350mEq/kg. Os tratamentos experimentais são apresentados na Tab. 3.

O sangue de uma ave com peso médio de cada unidade experimental, coletado por punção cardíaca no 42^o dia de idade, foi colocado em tubos de ensaio e centrifugado, posteriormente, durante cinco minutos a 1500rpm, para a separação do soro, que foi imediatamente

congelado. Foram feitas análises de Ca, de P e de proteína total no soro, utilizando-se kits comerciais (In Vitro Diagnóstica).

Análises de variância e de regressão foram realizadas usando-se o programa SAEG (Sistema..., 1997), adotando-se P=5% na comparação de médias. Por interesse do estudo, optou-se pelo desdobramento do BE dentro de cada nível proteico, independentemente de a interação ter sido significativa.

Tabela 3. Tratamentos constituídos pelas dietas basais com 20 e 23% de proteína bruta (PB) e dieta basal de crescimento, suplementadas com NH₄Cl ou K₂CO₃

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

NH₄Cl – massa molar (MM) = 53,45; pureza 99,5%; K₂CO₃ – massa molar (MM) = 138,20; pureza 99,0%; BE – balanço eletrolítico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O BE influenciou os níveis de cálcio e proteína total no soro sanguíneo das aves aos 42 dias de idade (Tab. 4). Os valores de fósforo

apresentaram-se bem próximos à média, que foi de 6,52 e 6,78mg/dL para as aves que receberam os planos nutricionais 20-20% PB e 23-20% PB, respectivamente.

Tabela 4. Valores plasmáticos de fósforo, cálcio e proteína total em frangos de corte de acordo com o balanço eletrolítico (BE)

BE	Fósforo (mg/dL)		Cálcio (mg/dL)		Proteína total (mg/dL)	
	20-20%	23-20%	20-20%	23-20%	20-20%	23-20%
00	6,70	6,93	6,68	7,11	6,94	7,08
50	6,62	6,82	7,34	7,72	6,89	7,18
100	6,73	6,58	6,63	6,63	6,91	6,74
150	6,51	6,88	6,74	6,95	7,03	6,75
200	6,49	6,80	5,92	6,58	6,89	7,14
250	6,49	6,54	6,46	6,40	7,53	6,92
300	6,55	6,84	6,42	6,90	7,03	7,33
350	6,08	6,87	7,60	6,83	8,44	8,35
Média	6,52a	6,78b	6,72a	6,89a	7,21 ^a	7,19 ^a
Efeito	ns	Ns	Q**	L*	Q*	Q**
CV (%)	7,92		9,67		10,29	

Q** efeito quadrático (P<0,01); Q* efeito linear (P<0,05); ns: não significativo.

Médias dos tratamentos seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

Foi observado efeito linear (P<0,05) em relação aos teores de cálcio para as aves alimentadas com 23% de PB na fase inicial. Entretanto, o coeficiente de determinação foi baixo (R² =

0,26), o que invalida inferências a respeito desse efeito. Também ocorreu efeito quadrático (P<0,01) em relação aos teores de cálcio para os tratamentos com 20% de PB na fase inicial.

Olanrewaju *et al.* (2007) trabalharam com dietas para frangos de corte com dois níveis de BE (174 e 241mEq/kg) e verificaram maiores teores de cálcio e sódio no plasma sanguíneo das aves aos 35 dias de idade quando receberam a dieta com alto nível de BE, diferentes dos resultados obtidos no presente estudo, em que não houve aumento do cálcio sérico, em função do aumento dos níveis de BE da dieta.

Em relação ao nível sérico de proteína total, houve efeito quadrático ($P < 0,05$ e $P < 0,01$) para as aves alimentadas com os planos nutricionais 20-20% PB e 23-20% PB, respectivamente. Takeara *et al.* (2010) não encontraram efeito significativo em relação ao teor proteico na

composição percentual de vísceras+sangue em frangos de corte na fase de 12 a 22 dias de idade. Os autores avaliaram rações com diferentes níveis de lisina digestível.

Ressalta-se que, no presente estudo, as análises de proteína total foram realizadas exclusivamente no soro sanguíneo das aves, portanto não se podem fazer inferências em relação à composição das vísceras.

Na Tab. 5, apresentam-se as equações de regressão e os valores mínimos percentuais plasmáticos de cálcio e de proteína total, além do nível ótimo de BE expresso em mEq/kg, obtidos por equações de regressão polinomial.

Tabela 5. Equações do balanço eletrolítico para parâmetros sanguíneos de frangos de corte aos 42 dias

Parâmetro	Sequência proteica	Equação	R ²	Mín	Balanço eletrolítico (mEq/kg)
Ca	20-20%	$\hat{Y} = 7,17 - 0,00923383^{ns}X + 0,000026742^{**}X^2$	0,38	6,37	172,65
	23-20%	$\hat{Y} = 7,19 - 0,00168889 X$	0,26	-	-
Ptn	20-20%	$\hat{Y} = 7,03 - 0,00418902^{**}X + 0,0000207498^{*}X^2$	0,70	6,82	100,94
	23-20%	$\hat{Y} = 7,25 - 0,00749593^{**}X + 0,000028651^{**}X^2$	0,83	6,76	130,79

Ptn = proteína plasmática total aos 42 dias.

**Efeito significativo ($P < 0,01$); *efeito significativo ($P < 0,05$).

O ótimo BE para o cálcio sanguíneo foi de 173mEq/kg para as aves que receberam 20% de PB na fase inicial, correspondendo ao teor de cálcio de 6,37mg/dL. Entretanto, deve-se ressaltar que o coeficiente de determinação apresentou valor baixo ($R^2 = 0,38$).

Os ótimos BE para os teores de proteína total foram de 101 e 131mEq/kg, correspondendo aos teores proteicos de 6,75 e 6,82mg/dL, para as aves que receberam rações com 20 e 23% de PB na fase inicial, respectivamente.

Os valores médios obtidos para o cálcio sérico foram de 6,72 e 6,89mg/dL. Os níveis de cálcio no sangue foram menores aos 42 dias de idade do que os obtidos por Vieites *et al.* (2004), que estudaram frangos de corte Ross aos 21 dias. Pode-se supor que aos 42 dias os mecanismos de reabsorção e excreção iônicas exercidos pelos rins foram mais eficientes que aos 21 dias. Em função disso, as aves na fase inicial mobilizariam mais cálcio do osso para o sangue para utilizá-lo como função tampicante.

Os tratamentos com menores e maiores valores de BE apresentaram as maiores concentrações de cálcio no sangue, o que pode representar maior mobilização óssea desse mineral por ação hormonal, com a finalidade de disponibilizar mais eletrólitos no sangue para serem utilizados por mecanismos compensatórios de regulação no organismo das aves.

Os níveis proteicos estudados não influenciaram os valores de BE para nenhum dos minerais avaliados, demonstrando que apenas o excesso de cloro ou potássio influenciou o equilíbrio ácido-base. As aves apresentaram menor percentual sanguíneo com balanços na faixa de 100 a 300mEq/kg. Isto pode ser explicado pela função exercida pelas proteínas plasmáticas em manter a pressão coloidosmótica do plasma. A hipoproteinemia está frequentemente associada ao edema, pois a pressão osmótica produzida por essas proteínas opõe-se à pressão hidrostática do sangue nos capilares e, dessa forma, evita o excesso de passagem de água para os tecidos (Swenson, 2006). Além disso, a concentração de cálcio total no plasma também é influenciada pela concentração de proteínas, pois um terço do

cálcio circulante está associado a essas macromoléculas, principalmente a albumina (González *et al.*, 2001).

Os resultados obtidos evidenciam a função exercida pelas proteínas séricas em manter a pressão coloidosmótica do plasma. Segundo Macari *et al.* (2002), quando há distúrbio do equilíbrio ácido-base, provocando alcalose ou acidose metabólica, ocorre ação tamponante dessas proteínas, captando ou doando íons H⁺ por meio de seus terminais carboxílicos (COOH ou COO⁻), na tentativa de restabelecer o pH sanguíneo normal. Provavelmente, esta foi uma das razões de terem sido encontrados teores de proteína mais elevados para os tratamentos com valores altos e baixos de BE. Os maiores percentuais proteicos foram obtidos com BE de 350mEq/kg.

Embora tenham sido encontrados níveis de 101 e 131mEq/kg, respectivamente, para os planos nutricionais 20-20% e 23-20% de PB, como aqueles determinantes do menor teor de proteína total no sangue, recomenda-se o nível de 175mEq/kg, que representa a média dos níveis de BE estudados para a manutenção da relação cálcio e fósforo no plasma e nível ótimo de proteínas para frangos de corte aos 42 dias de idade. Segundo Vargas Júnior *et al.* (2003), o cálcio e o fósforo apresentam uma proporção constante, de modo que o desequilíbrio desta possa afetar suas funções no organismo animal.

Ressalta-se que tal nível é recomendado para as condições ambientais registradas no presente estudo – umidade relativa média de 73% e médias de temperaturas mínimas e máximas de 21 e 29°C, respectivamente –, que são típicas da estação de verão na Zona da Mata mineira, onde foi realizado o experimento. As respostas das características estudadas neste experimento poderiam ser diferentes em função das variáveis ambientais e do microclima presente no interior dos galpões de criação. As características sanguíneas avaliadas poderiam ser alteradas em condições de calor excessivo ou frio intenso, uma vez que o BE da dieta afeta os parâmetros fisiológicos dos frangos, que são importantes para a manutenção de sua homeostasia. Nos estudos de Mendes *et al.* (2004), frangos machos, selecionados para alta taxa de crescimento, apresentam aumento na viscosidade do sangue,

principalmente quando submetidos a ambientes de baixa temperatura.

CONCLUSÕES

Os valores de balanço eletrolítico (BE) estimados para o menor valor de proteína total no sangue foram de 101 e 131mEq/kg de ração, para planos nutricionais de 20-20% e 23-20% de proteína bruta, respectivamente. Não foram encontradas diferenças significativas para os teores plasmáticos de cálcio e fósforo entre os níveis de BE estudados.

AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. *Cienc. Rural*. v.33, p.975-981, 2003.
- GONZÁLES, F.H.D.; HAIDA, K.S.; MAHL, D. *et al.* Incidências de doenças metabólicas em frangos de corte no Sul do Brasil e uso do perfil bioquímico sanguíneo para seu estudo. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, v.3, p.141-147, 2001.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALEZ, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaticabal, SP: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- McDOWELL, L.R. *Calcium and phosphorus-minerals in animal and human nutrition*. San Diego: Academic, 1992. p.26-77.
- MENDES, A.A.; NAAS, I.A.; MACARI, M. *Produção de frangos de corte*. Campinas, SP: Facta – Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola, 2004. 356p.
- MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. *Proc. Nutr. Soc.*, v.40, p.285-294, 1981.
- OLANREWAJU, H.A.; THAXTON, J.P.; DOZIER III, W.A. *et al.* Electrolyte diets, stress, and acid-base balance in broiler chickens. *Poult. Sci.*, v.86, p.1363-1371, 2007.

PATIENCE, J.F. A review of the role acid-base balance in amino acid nutrition. *J. Anim. Sci.*, v.68, p.398-408, 1990.

ROSTAGNO, H.S. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa, MG: UFV, 2000. 141p.

SWENSON, M.J. *Dukes - Fisiologia dos animais domésticos*. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 946p.

TAKEARA, P.; TOLEDO, A.L.; GANDRA, E.R.S. *et al.* Lisina digestível para frangos de corte machos entre 12 e 22 dias de idade. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.62, p.1455 – 1461, 2010.

SISTEMA para análises estatísticas e genéticas, Versão 7.0. Viçosa, MG: UFV, 1997. 59p.

VARGAS JÚNIOR, J.G.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. *et al.* Níveis nutricionais de cálcio e fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 0 a 6 semanas de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, supl. 2, p.1919-1926, 2003.

VIEITES, F.M; MORAES, G.H.K; ALBINO, L.F.T. *et al.* Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre o desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, supl. 2, p.2076-2085, 2004.