

Balanço eletrolítico e redução da proteína bruta da ração sobre parâmetros fisiológicos e sanguíneos de frangos de corte no calor

Marize Bastos de Matos^{1*}, Rony Antonio ferreira², Vaneila Daniele Lenhardt Savaris¹, Humberto Pena Couto¹, Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares¹ e Newton Tavares Escocard de Oliveira¹

¹Programa de Pós-graduação em Produção Animal, Universidade Estadual do Norte Fluminense "Darcy Ribeiro", Av. Alberto Lamego, 2000, 28013-600, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. ²Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: marizezootecnia@yahoo.com.br

RESUMO. Um experimento foi conduzido, objetivando-se avaliar o efeito do balanço eletrolítico (BER) e a redução da proteína bruta (PB) da ração sobre a frequência respiratória, temperatura cloacal, concentrações de Na⁺, K⁺, Cl⁻ e ácido úrico em frangos de corte. Foram utilizados 800 pintos de corte, machos da linhagem Cobb, alojados em 20 boxes, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, cinco repetições e 40 aves por unidade experimental. Os tratamentos foram: T1 - ração basal; T2 - ração corrigida para BER de 250 mEq kg⁻¹; T3 - ração com redução de PB, sem correção de BER; T4 - ração com redução de PB corrigida para BER de 250 mEq kg⁻¹. As condições ambientais evidenciaram que os animais estavam em estresse por calor. As aves que receberam rações com correção do BER apresentaram menores valores ($p < 0,05$) de frequência respiratória nas fases estudadas, assim como de temperatura cloacal, na fase de sete a 21 dias. Não houve variação ($p > 0,05$) da temperatura cloacal no período total. A redução da PB diminuiu ($p < 0,05$) a concentração de sódio no soro. Aos 42 dias houve influência ($p < 0,05$) da utilização do eletrólito sobre a concentração de sódio. A suplementação com eletrólitos melhorou a homeostase dos frangos em condições de estresse por calor.

Palavras-chave: eletrólitos, sangue, homeostase, estresse.

ABSTRACT. **Electrolyte balance and crude protein reduction in physiologic and blood parameters of broiler chickens in heat.** An experiment was carried with the objective of evaluating the effect of diet electrolyte balance (DEB) and crude protein (CP) reduction on respiratory rate, cloacal temperature and concentrations of Na⁺, K⁺, Cl⁻ and uric acid of broiler chickens. Eight-hundred male Cobb broiler chickens were randomly allocated in 20 boxes, with four treatments and five replicates of 40 birds per experimental unity. The treatments were: T1 - basal diet; T2 - diet adjustment until DEB = 250 mEq kg⁻¹; T3 - diet with reduction of CP and without adjustment of DEB; T4 - diet with reduction of CP and adjustment of DEB to 250 mEq kg⁻¹. The thermal environment was not favorable during the experimental period. The birds that received diets with correction of electrolyte balance showed low values ($p < 0.05$) of respiratory rate in the phases studied, as well as of cloacal temperature in the phase between 7 and 21 days. Results of cloacal temperature in the total period were not affected ($p > 0.05$). Reduction of crude protein decreased ($p < 0.05$) the concentration of sodium in the serum. The use of electrolyte in the concentration of sodium was influenced ($p > 0.05$) at 42 days. The supplementation with electrolytes improved homeostasis of the broilers in heat stress conditions.

Key words: electrolytes, blood, homeostasis, stress.

Introdução

O frango de corte moderno é um animal com alta eficiência nutricional, de rápido crescimento e desenvolvimento, o que proporciona ao consumidor a disponibilidade de proteína de qualidade superior, a baixo custo. Porém, temperaturas e umidades elevadas dentro dos galpões são fatores limitantes à expressão do potencial genético para produção. Em condições de calor, as aves tendem a aumentar sua frequência respiratória, resultando na dissipação

excessiva de dióxido de carbono, que pode causar desequilíbrio metabólico.

Um das formas usadas para minimização desse estresse é a utilização de eletrólitos, incorporando-se cátions e ânions na ração juntamente com a redução da proteína bruta da ração e suplementação com aminoácidos industriais, no sentido de se diminuir o incremento calórico produzido pelo alto teor proteico.

O equilíbrio eletrolítico da ração refere-se ao balanço entre cargas positivas e negativas, íons presentes nos

alimentos que, ao serem absorvidos no trato digestório, influenciam o equilíbrio acidobásico nos fluidos corporais, alterando o metabolismo e, conseqüentemente, o desempenho animal (MONGIN, 1981).

O sódio (Na^+), o potássio (K^+) e o cloro (Cl^-) são eletrólitos essenciais à manutenção da pressão osmótica, do controle da passagem de nutrientes pela membrana celular, do equilíbrio acidobásico e do metabolismo da água. Esses elementos estão distribuídos nos fluidos e tecidos moles do organismo, exercendo, conjuntamente com íons fosfato e bicarbonato, todo o controle homeostático orgânico (BERTECHINI, 2006).

Mongin (1981) recomendou o uso simultâneo do balanço eletrolítico da ração (BER) de 250 mEq kg^{-1} e da relação (K+Cl)/Na maior que um. As concentrações plasmáticas desses íons têm papel preponderante no equilíbrio acidobásico por suas localizações em relação às células e pelo desencadeamento da troca de fluidos pela membrana celular.

Segundo Borges et al. (2003), o sistema sanguíneo é sensível às mudanças de temperatura e se constitui em importante indicador das respostas fisiológicas das aves a agentes estressores. Alterações quantitativas e morfológicas nas células sanguíneas são associadas ao estresse calórico, traduzidas por variações nos valores do hematócrito, número de leucócitos circulantes, conteúdo de eritrócitos e teor de hemoglobina no eritrócito, além da variação na concentração de eletrólitos como Na, K, Cl.

Objetivou-se estudar os efeitos da suplementação de eletrólitos em rações com diferentes teores de proteína bruta (PB) sobre parâmetros fisiológicos e sanguíneos de frangos de corte criados em condições naturais de estresse calórico.

Material e métodos

Um experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense - CCTA/UENF, em Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro. Foram utilizados 800 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb, alojados em galpão de alvenaria com telha de fibrocimento, pé direito de 2,70 m e aberturas laterais de ventilação. O galpão experimental continha 20 boxes com dimensões de 1,80 x 2,80 m. Ração e água foram fornecidas à vontade e o aquecimento, realizado por campânulas metálicas providas de lâmpada de 200 watts.

Na primeira semana todas as aves receberam ração pré-inicial. No sétimo dia de idade todas as aves foram pesadas e distribuídas nos boxes de maneira a se obter o peso médio inicial de $203,5 \pm 0,9$ g e receberam as rações experimentais formuladas de acordo com a fase de criação: inicial (sete a 21 dias), crescimento (22 a 34 dias) e final (35 a 42 dias).

As rações (Tabelas 1 a 3) foram formuladas com base na composição química dos ingredientes, adequadas às exigências para frangos de corte machos de desempenho médio, propostas por Rostagno et al. (2005), com exceção da proteína bruta, que, nos tratamentos três e quatro, foi reduzida de três pontos percentuais e suplementada com aminoácidos industriais para o atendimento da relação dos aminoácidos na proporção recomendada por Rostagno et al. (2005).

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte na fase de sete a 21 dias de idade.

Table 1. Percent composition of experimental diets for broilers in the phase between 7-21 days of age.

Ingredientes (%) <i>Ingredients</i>	Tratamentos <i>Treatments</i>			
	1	2	3	4
Milho (%) <i>Corn</i>	58,328	58,328	67,875	67,875
Farelo de soja (%) <i>Soybean meal</i>	34,455	34,455	25,200	25,200
Óleo de soja (%) <i>Soybean oil</i>	1,720	1,720	0,100	0,100
Fosfato bicálcico (%) <i>Dicalcium phosphate</i>	1,810	1,810	1,850	1,850
Calcário (%) <i>Limestone</i>	0,900	0,900	0,920	0,920
Sal comum (%) <i>Common Salt</i>	0,492	0,492	0,492	0,492
DL-Metionina (%) <i>DL-methionine</i>	0,245	0,245	0,320	0,320
L-Lisina HCl 99% (%) <i>L-lysine HCl 99%</i>	0,190	0,190	0,465	0,465
L-Treonina (%) <i>L-treonine</i>	0,050	0,050	0,180	0,180
Bicarbonato de sódio (%) <i>Sodium bicarbonate</i>	0,000	0,430	0,000	0,740
Cloreto de potássio (%) <i>Potassium chloride</i>	0,000	0,500	0,000	0,500
Mistura min. vit. ¹ (%) <i>Mineral vitamin mix</i>	0,600	0,600	0,600	0,600
Antioxidante (BHT ²) (%) <i>Antioxidant</i>	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte (Areia lavada) (%) <i>Inert (sand)</i>	1,200	0,270	1,988	0,748
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Total</i>				
Composição calculada ² <i>Calculated composition</i>				
E M ³ (kcal kg^{-1})	3.000	3.000	3.000	3.000
M E kcal kg^{-1}				
Proteína bruta (%) <i>Crude protein</i>	20,79	20,79	17,79	17,79
Lisina digestível (%) <i>Digestible lysine</i>	1,148	1,148	1,146	1,146
Met + Cis digestível (%) <i>Digestible MET + CIS</i>	0,815	0,815	0,817	0,817
Treonina digestível (%) <i>Digestible threonine</i>	0,745	0,745	0,745	0,745
Triptofano digestível (%) <i>Digestible tryptophane</i>	0,233	0,233	0,184	0,184
Cálcio (%) <i>Calcium</i>	0,889	0,889	0,828	0,828
Fósforo disponível (%) <i>Available phosphorus</i>	0,443	0,443	0,442	0,442
Sódio (%) <i>Sodium</i>	0,214	0,330	0,214	0,413
Potássio (%) <i>Potassium</i>	0,793	1,055	0,651	0,913
Cloro (%) <i>Chlorine</i>	0,339	0,577	0,340	0,578
BER ⁴ mEq kg^{-1}	200	250	163	250
DEB				

¹Mistura mineral-vitáminica (*Mineral vitamin mix*) - Conteúdo kg^{-1} (*Content kg⁻¹*): Fe, 10.330 mg; Cu, 12.500 mg; Mn, 12.500 mg; Zn, 10.000 mg; I, 200 mg; Se, 30 mg; vit. A, 2.000.000 UI; vit. D₃, 75.000 UI; vit. E, 6.666,6 mg; vit. K₃, 500 mg; vit. B₁₂, 4000 mg; vit. B₆, 400 mg; vit. B₃, 2000 mg; piridoxina (*pyridoxin*), 333 mg; biotina (*biotin*), 30; ácido fólico (*folic acid*), 300; ácido pantotênico (*pantotenic acid*), 2.500 mg; ácido nicotínico (*nicotin acid*), 7.000 mg; Colina (*Colin*), 108,3 g; agente anticoccidiano (*anticooccidian agent*), 8,33 g; antibiótico (*antibiotic*), 8,33 g; BHT (*BHT*), 2,0 g; veículo qsp (*q.s.p.vehicle*), 1.000 g.

²Composição calculada segundo Rostagno et al. (2005) (*Values obtained from Rostagno et al. (2005)*).

³Energia metabolizável (*Metabolizable energy*).

⁴BER - Balanço Eletrolítico da Ração calculado conforme Mongin (1981), em que: BER = (% Na^+ x 100/22,990) + (% K^+ x 100/39,102) - (% Cl^- x 100/35,453) (*DEB - Balance Electrolyte Diet obtained from Mongin (1981)*).

⁵BHT - Butil Hidroxi Tolueno.

Tabela 2. Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte na fase de 22-34 dias de idade.**Table 2.** Percent composition of experimental diets for broilers in the phase between 22-34 days of age.

Ingredientes (%) Ingredients	Tratamentos Treatments			
	1	2	3	4
Milho (%) Corn	60,518	60,518	71,978	71,978
Farelo de soja (%) Soybean meal	30,965	30,965	21,200	21,200
Óleo de soja (%) Soybean oil	2,900	2,900	0,540	0,540
Fosfato bicálcico (%) Dicalcium phosphate	1,800	1,800	1,750	1,750
Calcário (%) Limestone	0,830	0,830	0,850	0,850
Sal comum (%) Common Salt	0,471	0,471	0,471	0,471
DL-Metionina (%) DL - methionine	0,245	0,245	0,315	0,315
L - Lisina HCl 99% (%) L-lysine HCl 99%	0,206	0,206	0,515	0,515
L-Treonina (%) L- threonine	0,055	0,055	0,220	0,220
L-Triptofano (%) L- tryptophane	0,000	0,000	0,021	0,021
Bicarbonato de sódio (%) Sodium bicarbonate	0,000	0,555	0,000	0,875
Cloreto de potássio (%) Potassium chloride	0,000	0,500	0,000	0,500
Mistura min.vit ¹ . (%) Mineral vitamin mix	0,400	0,400	0,400	0,050
Antioxidante (BHT ⁵) (%) Antioxidant	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte (Areia lavada) (%) Inert (sand)	1,600	0,545	1,730	0,355
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada² Calculated composition				
E M ³ (kcal kg ⁻¹) M E kcal kg ⁻¹	3,100	3,100	3,100	3,100
Proteína bruta (%) Crude protein	19,41	19,41	16,41	16,41
Lisina digestível (%) Digestible lysine	1,076	1,076	1,090	1,090
Met + Cis digestível (%) Digestible MET + CIS	0,783	0,783	0,781	0,781
Treonina digestível (%) Digestible threonine	0,697	0,697	0,697	0,697
Triptofano digestível (%) Digestible tryptophane	0,214	0,214	0,182	0,182
Cálcio (%) Calcium	0,828	0,828	0,828	0,828
Fósforo disponível (%) Available phosphorus	0,411	0,411	0,411	0,411
Sódio (%) Sodium	0,205	0,355	0,205	0,441
Potássio (%) Potassium	0,736	0,998	0,589	0,851
Cloro (%) Chlorine	0,326	0,564	0,327	0,565
BER ⁴ mEq kg ⁻¹ DEB	185	250	147	250

¹Mistura mineral-vitáminica (Mineral vitamin mix) - Conteúdo kg⁻¹ (Content kg⁻¹): Fe, 12.500 mg; Cu, 15.000 mg; Mn, 15.000 mg; Zn, 12.000 mg; I, 250 mg; Se, 35 mg; vit. A, 2.500.000 UI; vit. D3, 500.000 UI; vit. E, 7.000, 6 mg; vit. K3, 500 mg; vit. B12, 4500 mg; vit. B1, 450 mg; vit. B2, 2000 mg; piridoxina (pyridoxin), 400 mg; biotina (biotin), 30; ácido fólico (folic acid), 350; ácido pantotênico (pantothenic acid), 3.000 mg; ácido nicotínico (nicotinic acid), 9.000 mg; Colina (Colin), 100 g; agente anticoccidiano (anticoxidant agent), 12 g; antibiótico (antibiotic), 12,5 g; BHT (BHT), 2,0 g; veículo qsp (q.s.p. vehicle), 1.000 g.

²Composição calculada segundo Rostagno et al. (2005) (Values obtained from Rostagno et al. (2005)).

³Energia metabolizável (Metabolizable energy).

⁴BER - Balanço Eletrolítico da Ração calculado conforme Mongin (1981), em que: BER = (% Na⁺ x 100/22,990) + (% K⁺ x 100/39,102) - (% Cl⁻ x 100/35,453) (DEB - Diet Electrolyte Balance obtained from Mongin (1981)).

⁵BHT - Butil Hidroxi Tolueno.

Tabela 3. Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte na fase final, dos 35 a 42 dias de idade.**Table 3.** Percent composition of experimental diets for broiler in the final phase at 35 to 42 days of age.

Ingredientes Ingredients	Tratamentos Treatments			
	1	2	3	4
Milho (%) Corn	65,740	65,740	76,600	76,600
Farelo de soja (%) Soy bean meal	26,745	26,745	17,090	17,090
Óleo de soja (%) Soybean oil	2,450	2,450	0,300	0,300
Fosfato bicálcico (%) Dicalcium phosphate	1,550	1,550	1,600	1,600
Calcário (%) Limestone	0,800	0,800	0,810	0,810
Sal comum (%) Common Salt	0,450	0,450	0,450	0,450
DL-metionina (%) DL - methionine	0,260	0,260	0,320	0,320
L - lisina HCl 99% (%) L-lysine HCl 99%	0,295	0,295	0,600	0,600
L-treonina (%) L- threonine	0,070	0,070	0,230	0,230
L-Triptofano (%) L- tryptophane	0,000	0,000	0,035	0,035
Bicarbonato de sódio (%) Sodium bicarbonate	0,000	0,690	0,000	1,010
Cloreto de potássio (%) Potassium chloride	0,000	0,500	0,000	0,500
Mistura min.vit ¹ . (%) Mineral vitamin mix	0,400	0,400	0,400	0,400
Antioxidante (BHT ⁵) (%) Antioxidant	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte (Areia lavada) (%) Inert (sand)	1,230	0,040	1,555	0,045
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada² Calculated composition				
E M ³ (kcal kg ⁻¹) M E kcal kg ⁻¹	3,151	3,151	3,151	3,151
Proteína bruta (%) Crude protein	18,03	18,03	15,03	15,03
Lisina digestível (%) Digestible lysine	1,048	1,048	1,061	1,061
Met + Cis digestível (%) Digestible MET + CIS	0,768	0,768	0,756	0,756
Treonina digestível (%) Digestible threonine	0,663	0,663	0,686	0,686
Triptofano digestível (%) Digestible tryptophane	0,192	0,192	0,173	0,173
Cálcio (%) Calcium	0,770	0,770	0,767	0,767
Fósforo disponível (%) Available phosphorus	0,387	0,387	0,388	0,388
Sódio (%) Sodium	0,197	0,383	0,197	0,470
Potássio (%) Potassium	0,673	0,935	0,527	0,789
Cloro (%) Chlorine	0,314	0,552	0,315	0,553
BER ⁴ mEq kg ⁻¹ DEB	169	250	131	250

¹Mistura mineral-vitáminica (Mineral vitamin mix) - Conteúdo kg⁻¹ (Content kg⁻¹): Fe, 12.500 mg; Cu, 15.000 mg; Mn, 15.000 mg; Zn, 12.000 mg; I, 250 mg; Se, 35 mg; vit. A, 2.500.000 UI; vit. D3, 500.000 UI; vit. E, 7.000, 6 mg; vit. K3, 500 mg; vit. B12, 4500 mg; vit. B1, 450 mg; vit. B2, 2000 mg; piridoxina (pyridoxin), 400 mg; biotina (biotin), 30; ácido fólico (folic acid), 350; ácido pantotênico (pantothenic acid), 3.000 mg; ácido nicotínico (nicotinic acid), 9.000 mg; Colina (Colin), 100 g; agente anticoccidiano (anticoxidant agent), 12,5 g; antibiótico (antibiotic), 12,5 g; BHT (BHT), 2,0 g; veículo qsp (q.s.p. vehicle), 1.000 g.

²Composição calculada segundo Rostagno et al. (2005) (Values obtained from Rostagno et al. (2005)).

³Energia metabolizável (Metabolizable energy).

⁴BER - Balanço Eletrolítico da Ração calculado conforme Mongin (1981), onde: BER = (% Na⁺ x 100/22,990) + (% K⁺ x 100/39,102) - (% Cl⁻ x 100/35,453) (DEB - Diet Electrolyte Balance obtained from Mongin (1981)).

⁵BHT - Butil Hidroxi Tolueno.

Para a correção do balanço eletrolítico, foram adicionados às rações do tratamento dois e quatro o bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e o cloreto de potássio (KCl), em substituição ao inerte (areia lavada). Os valores do balanço eletrolítico das rações experimentais foram calculados de acordo com Mongin (1981), considerando-se o peso molecular de cada elemento químico.

As condições ambientais do galpão foram monitoradas duas vezes ao dia, em horários pré-determinados (7h e 30 min. e 16h e 30 min.), com auxílio de um termo-higrômetro digital (temperatura de máxima e mínima, bulbo seco e bulbo úmido), termômetro de globo negro e de um anemômetro digital, mantidos em um boxe no centro do galpão à meia altura das aves. As medidas meteorológicas foram utilizadas para se calcular o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), caracterizando-se o ambiente térmico da instalação, conforme preconizado por Buffington et al. (1981).

Semanalmente foi obtida a frequência respiratória de quatro aves por unidade experimental, por contagem dos movimentos respiratórios durante 15 segundos e este resultado multiplicado por quatro para obtenção do valor de frequência respiratória por min. A temperatura cloacal também foi obtida semanalmente de quatro aves com auxílio de um termômetro clínico veterinário com alarme sonoro indicador de estabilização de temperatura.

Ao final de cada fase da criação, foram coletados 3 mL de sangue da membrana da asa de três aves por unidade experimental para determinação da concentração de eletrólitos no sangue. Após a coleta, o sangue foi acondicionado em tubos vacutainer com gel separador, deixando-se descansar por aproximadamente 5 min. para a obtenção do soro. As amostras foram devidamente identificadas, centrifugadas por 5 min. a 3.200 rotações por minuto. Os soros obtidos sem hemólise foram utilizados para a dosagem dos eletrólitos e ácido úrico, analisados em até 24h após coleta. Para as análises de Na e K foram usados *kits* laborclin® e as leituras feitas em fotômetro de chama, marca Benfer®, modelo BFC 150. Para as análises de cloreto e ácido úrico foram usados kits labtest® com leitura em fotômetro ultravioleta visível, da marca microlab® 200, seguindo metodologia proposta pelos respectivos fabricantes.

As análises estatísticas dos dados de parâmetros fisiológicos (frequência respiratória e temperatura cloacal) e sanguíneos (Na^+ , K^+ , Cl e ácido úrico) foram realizadas, utilizando-se o sistema de análise estatística e genética (SAEG), versão 9.0, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa

(UFV, 2005). Os efeitos de BER e de PB foram verificados por meio da análise de variância e comparados pela decomposição dos graus de liberdade e da soma de quadrados dos tratamentos por meio de contrastes ortogonais, em 5% de probabilidade, seguindo-se o modelo estatístico a seguir:

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

em que:

Y_{ij} = observação referente ao tratamento i na repetição j ;

μ = média geral da característica;

T_i = efeito de tratamento;

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

Resultados e discussão

Conforme observado na Tabela 4, as variáveis ambientais não caracterizaram máximo conforto aos animais durante as fases estudadas. O ambiente no interior do galpão foi desfavorável à expressão do potencial genético de desenvolvimento dos mesmos. Nesse ambiente, considerado como entre a zona de conforto térmico e de estresse por calor, pode ocorrer gasto adicional de energia para a manutenção da homeotermia, levando os animais a acionarem seus mecanismos fisiológicos adaptativos a essa condição ambiental, além da amplitude térmica de 9,1°C ocorrida no período experimental, que comprova que os animais estavam em estresse calórico.

Tabela 4. Valores médios e desvios-padrão de temperaturas do ar, máxima e mínima, de umidade relativa do ar, temperatura de globo negro e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) observados durante o período experimental.

Table 4. Average values and standard deviation of air temperatures, maximum and minimum, relative humidity, temperature, and black globe temperature index of the globe and humidity (BGHI) observed during the experimental period.

Variáveis climáticas <i>Climatic variables</i>	Fases (dias) <i>Phases (days)</i>		
	7 a 21	22 a 42	7 a 42
Temperatura do ar (°C) <i>Air temperature</i>	28,5 ± 2,04	26,1 ± 3,03	27,0 ± 2,92
Temperatura máxima (°C) <i>Maximum temperature</i>	32,8 ± 1,35	32,7 ± 3,08	32,7 ± 2,51
Temperatura mínima (°C) <i>Minimum temperature</i>	26,0 ± 0,83	22,1 ± 2,07	23,6 ± 2,66
Umidade relativa (%) R <i>Relative humidity</i>	72,8 ± 7,23	72,6 ± 3,2	72,7 ± 11,23
Temperatura de globo negro (°C) <i>Black globe temperature</i>	28,8 ± 1,30	25,5 ± 3,60	26,8 ± 3,32
ITGU <i>BGHI</i>	77,9 ± 1,85	73,8 ± 4,05	75,4 ± 3,93

A caracterização ambiental descrita está embasada nos resultados ambientais obtidos em pesquisas, como a conduzida por Oliveira et al. (2006), em que a temperatura de 25°C

caracterizou ambiente de conforto térmico para frangos de corte de um a 49 dias de idade e a de 35°C caracterizou estresse por calor. Assim como os resultados de Medeiros et al. (2005) que estudaram o efeito da temperatura, umidade relativa e velocidade do vento para frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade, concluindo que os ambientes considerados confortáveis para as aves apresentaram temperatura de 26°C e ITGU que variava de 69 a 77. No ambiente considerado quente, a temperatura do ar variou de 32 a 36°C e ITGU de 78 a 88. Souza et al. (2004) estudaram frangos de corte dos 28 aos 49 dias de idade e apresentaram ITGU de 73, 82 e 77, respectivamente, para os turnos manhã, tarde e noite, sendo considerados estressantes para as aves.

De acordo com a Tabela 5, a redução da proteína bruta da ração não promoveu benefícios às aves quanto aos parâmetros fisiológicos avaliados. A variabilidade dos dados obtidos contribuiu para esse resultado.

Tabela 5. Resultados médios de variáveis fisiológicas, frequência respiratória (FR) (mov. min.⁻¹) e temperatura cloacal (TC) (C°), dos frangos de corte nas fases de sete a 21 e de sete a 42 dias de idade, recebendo rações com diferentes teores de proteína bruta e balanços eletrolíticos e significância dos contrastes.

Table 5. Average results of physiological parameters, respiratory rate (RR) (mov. minute⁻¹) and cloacal temperature (CT) (C°), of broilers in phases between 7 and 21 and between 7 and 42 days, receiving rations with different levels of crude protein and electrolytic balance sheets and contrast significance.

Fase de sete a 21 dias <i>Phase between 7-21 days</i>		Variáveis <i>Variables</i>	
Tratamentos <i>Treatments</i>	Frequência respiratória <i>Respiratory rate</i>	Temperatura cloacal <i>Cloacal temperature</i>	
1	66	41	
2	58	40	
3	75	41	
4	63	40	
CV	10,0	0,78	
QM _{resíduo}	43,804	0,104	
Contraste <i>Contrast</i>		Significância <i>Significance</i>	
T1 + T2 - T3 - T4	*	NS	
T1 - T2	NS	*	
T3 - T4	*	NS	
Fase de sete a 42 dias <i>Phase of 7 at 42 days</i>		Variáveis <i>Variables</i>	
Tratamentos <i>Treatments</i>	Frequência respiratória <i>Respiratory rate</i>	Temperatura cloacal <i>Cloacal temperature</i>	
1	53	41	
2	47	40	
3	58	41	
4	49	41	
CV	7,07	0,34	
QM _{resíduo}	13,680	0,366	
Contraste <i>Contrast</i>		Significância <i>Significance</i>	
T1 + T2 - T3 - T4	*	NS	
T1 - T2	*	NS	
T3 - T4	*	NS	

*Contraste significativo pelo teste F em 5% de probabilidade; NS Contraste não significativo (p > 0,05).

Significant contrast by the F test at 5%; NS: non significant contrast (p > 0.05).

A resposta evidente mostrada pelas aves está relacionada à utilização de eletrólitos na ração que promoveu redução (p < 0,05) da frequência respiratória nas fases estudadas.

Assim como na frequência respiratória, o ajuste dos eletrólitos da ração promoveu melhores condições orgânicas dos animais também em relação à temperatura cloacal (p < 0,05) na fase de sete a 21 dias de idade, o que refletiu em maior facilidade de manutenção da homeotermia, mesmo recebendo rações com diferentes teores de proteína bruta.

Na fase de sete a 42 dias, a utilização dos eletrólitos não refletiu em melhoras na temperatura cloacal das aves. Semelhantemente, Souza et al. (2005) estudaram o efeito do nível energético e da suplementação com cloretos de potássio e de amônia na ração sobre as respostas fisiológicas, temperatura cloacal e frequência respiratória de frangos de corte no verão e não verificaram efeitos dos tratamentos sobre as variáveis estudadas, porém houve aumento da frequência respiratória quando o ITGU foi de 83, indicando que os animais acionaram esses mecanismos para a dissipação de calor corporal.

Nesse ambiente em que as temperaturas observadas estavam acima da zona de conforto térmico para as aves, o tratamento imposto possibilitou, aos frangos, mecanismos adicionais de tolerância ao ambiente estressante. A magnitude dessa resposta, entretanto, é altamente dependente das condições ambientais e a correção do balanço eletrolítico se mostrou como ferramenta eficaz diante dos benefícios fisiológicos evidenciados mesmo em ambiente de condições naturais de estresse por calor.

Marchini et al. (2007) submeteram frangos de corte a temperaturas cíclicas elevadas e concluíram que houve aumento da frequência respiratória e da temperatura cloacal e que esses mecanismos são os principais meios utilizados para dissipação de calor por evaporação nas aves.

Com a redução da proteína bruta da ração, a concentração de Na aos 21 dias de idade diminuiu (p < 0,05) no soro sanguíneo das aves (Tabela 6). Aos 42 dias, entretanto, a utilização de eletrólitos alterou (p < 0,05) as concentrações sorológicas deste mineral, ou seja, o não-ajuste do BER levou a uma diminuição dos níveis de Na no soro, indicando que as aves poderiam ter sofrido desequilíbrio em relação ao Na, já que este eletrólito está em menor concentração na ração sem suplementação com os sais.

Tabela 6. Resultados médios dos teores de sódio, potássio, cloro e ácido úrico, em mg dL⁻¹ no soro de frangos de corte aos 21 e aos 42 dias que recebiam rações com diferentes teores de proteína bruta e balanços eletrolíticos e significância dos contrastes ortogonais.

Table 6. Average results blood parameters sodium, potassium, chlorine and uric acid in mg dL⁻¹ in the serum of broilers at 21 and 42 days receiving diets with different levels of crude protein and electrolytic balance sheets and contrast significance.

Aos 21 dias de idade dos frangos At 21 days of the age of the chickens		Variáveis Variables			
Tratamentos Treatments	Sódio Sodium	Potássio Potassium	Cloro Chlorine	Ácido úrico Uric acid	
1	144,3	5,9	98,2	4,6	
2	142,7	6,5	96,2	4,5	
3	138,5	5,9	97,8	6,2	
4	137,8	5,9	92,1	5,5	
CV	3,8	10,1	6,0	25,8	
QM _{resíduo}	29,01	0,37	33,31	1,83	
Contraste Contrast		Significância Significance			
T1 + T2 - T3 - T4	*	NS	NS	NS	NS
T1 - T2	NS	NS	NS	NS	NS
T3 - T4	NS	NS	NS	NS	NS
Aos 42 dias de idade dos frangos At 42 days of age		Variáveis Variables			
Tratamentos Treatments	Sódio Sodium	Potássio Potassium	Cloro Chlorine	Ácido úrico Uric acid	
1	146,1	5,8	111,5	6,5	
2	146,2	5,9	115,3	5,8	
3	140,7	5,2	117,3	4,7	
4	146,8	5,6	114,9	5,3	
CV	2,5	13,2		23,4	
QM _{resíduo}	13,55	0,56	90,42	0,53	
Contraste Contrast		Significância Significance			
T1 + T2 - T3 - T4	NS	NS	NS	NS	NS
T1 - T2	*	NS	NS	NS	NS
T3 - T4	*	NS	NS	NS	NS

*Contraste significativo pelo teste F em 5% de probabilidade; ^{NS}Contraste não-significativo (p > 0,05).

*Significant contrast by the F test in 5%; ^{NS}Non significant contrast (p > 0.05).

O Na, associado aos demais eletrólitos, participa da manutenção da pressão osmótica, regulação homeostática do organismo e tende a diminuir com o aumento da temperatura ambiental, mesmo que esse aumento seja mínimo, levando a crer que há a necessidade de suplementação com sais para a manutenção dos níveis séricos de eletrólitos no sangue. Com essa diminuição de Na, as aves tenderiam a alterar seu metabolismo para manutenção da homeostase, reduzindo a absorção de alguns aminoácidos pelo trato gastrointestinal, cujo transporte é dependente de Na (bomba de Na), principalmente.

De acordo com Argenzio (1996), a absorção de aminoácidos pela célula exige mecanismo de transporte especializado com a presença de sódio no lúmen do jejuno. Estes sistemas sódio dependentes também são responsáveis pela absorção de muitas vitaminas hidrossolúveis e sais biliares.

As concentrações de K⁺, Cl⁻ não foram influenciadas (p > 0,05) pelos tratamentos nas fases estudadas (Tabela 6). Souza et al. (2004) estudaram os efeitos do balanço de K sobre o desempenho de frangos de corte, suplementados com KCl no verão,

avaliaram a concentração de Na⁺, Cl⁻ e K⁺ no soro sanguíneo e não obtiveram diferenças significativas sobre as concentrações de Na⁺ e Cl⁻, porém houve decréscimo na concentração de K⁺.

Resultados semelhantes foram encontrados por Johnson e Karunajeewa (1985), em que verificaram não haver diferenças nas concentrações de eletrólitos no plasma sanguíneo de frangos de corte na fase de crescimento quando foram utilizados balanços eletrolíticos entre 250 e 300 mEq kg⁻¹. Mushtaq et al. (2005) estudaram o efeito de rações, usando Na e Cl e interação entre estes íons, com ajuste de BER para 250 mEq kg⁻¹ para frangos de corte na fase inicial em condições de calor, e não obtiveram diferenças significativas sobre o pH e as concentrações de eletrólitos no sangue, demonstrando a importância do provimento de uma relação correta de eletrólitos, evitando-se perdas desses íons via secreção renal, o que, provavelmente, impedirá a alcalose ou a acidose. Em relação à concentração de ácido úrico no soro, também não foram verificadas diferenças (p > 0,05), com o aumento da PB e inclusão, ou não, de eletrólitos, indicando que em todas as rações houve o atendimento do requerimento aminoacídico para a síntese proteica, visto que as rações foram formuladas de forma a atender os aminoácidos digestíveis.

Segundo Araújo et al. (2002), as aves necessitam apenas de uma quantidade de proteína ou de aminoácidos que assegure para as mesmas suficiente reserva de nitrogênio para a síntese de aminoácidos não-essenciais. Em outro estudo, Araújo et al. (2004) reduziram o nível proteico da ração de frangos de corte na fase inicial em quatro pontos percentuais e concluíram que é possível a redução, desde que as dietas sejam baseadas, utilizando-se aminoácidos digestíveis e evitando-se o desperdício proteico.

Conclusão

A correção do balanço eletrolítico das rações melhorou a homeostase orgânica de frangos de corte, mantidos em condições naturais de estresse calórico, exigindo menor esforço fisiológico para manutenção de sua homeotermia.

Referências

- ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S. FARIA, D. E.; ANDREOTTI, M. O. Diferentes critérios de formulação de rações para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 3, p. 195-202, 2002.
- ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S. Redução do nível protéico da dieta, através da formulação baseada em aminoácidos digestíveis. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1197-1201, 2004.

- ARGENZIO, R. A. Digestão e absorção dos carboidratos, gorduras e proteínas. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. (Ed.). **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 1-856.
- BERTECHINI, A. B. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA, 2006.
- BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; FISHER DA SILVA, A. V. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 975-981, 2003.
- BUFFINGTON, D. E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITTI, D. Black Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.
- JOHNSON, R. J.; KARUNAJEEWA, H. The effects of dietary minerals and electrolytes on the growth and physiology of the Young Chick. **Journal of Nutrition**, v. 115, p. 1680-1690, 1985.
- MARCHINI, C. F. P.; SILVA, P. L.; NASCIMENTO, M. R. B.; TAVARES, M. Freqüência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Archives of Veterinary Science**, v. 12, n. 1, p. 41-46, 2007.
- MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINOCO, I. F. F. T.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 13, n. 4, p. 277-286, 2005.
- MONGIN, P. Recent advances in dietary ânion-cation balance: applications in poultry. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 40, n. 1, p. 285-294, 1981.
- MUSHTAQ, T.; SARVAR, M.; NAWAZ, H.; MIRZA, M. A.; AHMAD, T. Effect and interactions of dietary sodium and chloride on broiler starter performance (hatching to twenty-eight days of age) under subtropical summer conditions. **Poultry Science**, v. 84, n. 11, p. 1716-1722, 2005.
- OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 797-803, 2006.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F. M.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005.
- SOUZA, B. B.; BERTECHINI, A. G.; SANTOS, C. D.; LIMA, J. A. F.; TEIXEIRA, A. S.; FREITAS, R. T. F. Balanço de potássio e desempenho de frangos de corte suplementados com KCl no verão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 1160-1168, 2004.
- SOUZA, B. B.; BERTECHINI, A. G.; TEIXEIRA, A. S.; LIMA, J. A. F.; CONTE, A. J. Efeito do nível energético e da suplementação com cloretos de potássio e de amônia na dieta sobre as respostas fisiológicas e o desempenho de frangos de corte no verão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 185-192, 2005.
- UFV-Universidade Federal de Viçosa. **SAEG: Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas - versão 9.0**. Viçosa: UFV, 2005.

Received on August 21, 2008.

Accepted on August 19, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.