

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO**

MARIZE BASTOS DE MATOS

**BALANÇO ELETROLÍTICO E REDUÇÃO DE PROTEÍNA BRUTA EM
RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE EM CONDIÇÕES NATURAIS
DE ESTRESSE CALÓRICO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
ABRIL - 2008**

MARIZE BASTOS DE MATOS

**BALANÇO ELETROLÍTICO E REDUÇÃO DE PROTEÍNA BRUTA EM
RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE EM CONDIÇÕES NATURAIS
DE ESTRESSE CALÓRICO**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Rony Antônio Ferreira

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

ABRIL- 2008

MARIZE BASTOS DE MATOS

BALANÇO ELETROLÍTICO E REDUÇÃO DE PROTEÍNA BRUTA EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE EM CONDIÇÕES NATURAIS DE ESTRESSE CALÓRICO

Dissertação apresentada ao
Centro de Ciências e Tecnologias
Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense
Darcy Ribeiro, como requisito
parcial das exigências para
obtenção do título de mestre em
Produção Animal

Aprovada em: 04 de Abril de 2008

Comissão examinadora:

Humberto Pena Couto (Ds Zootecnia) - UENF/CCTA/LZNA

Cristina Amorim Ribeiro de Lima (Ds Zootecnia) - UFRRJ/IZ/DNAP

Newton Tavares Escocard de Oliveira (Ds Produção Animal) - UENF/CCTA/LEAG

Rony Antônio Ferreira (Ds Zootecnia)- UFVJM/DZO
Orientador

A Deus, por estar sempre ao meu lado;

Aos meus queridos Pais, pelo amor e carinho;

Aos meus Avós (*in memoriam*), pela criação e formação pessoal;

À Índia Clara minha grande amiga, pelo apoio e incentivo de sempre;

À minha segunda Família (Limeira Souza de Medeiros), pela confiança e credibilidade.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), pelo acolhimento e contribuição à minha formação profissional;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) pelos ensinamentos que foram a base de tudo e pelos amigos que ali fiz;

A Vaneila Daniele Lenhardt Savaris por estar ao meu lado durante todo o experimento, pela grande amizade, cumplicidade, apoio e paciência de me ouvir e ajudar sempre que preciso;

Ao professor Rony Antônio Ferreira, meu orientador, pela paciência, amizade, dedicação, confiança e credibilidade que me foi oferecida;

Ao professor Humberto Pena Couto, pela ajuda em todos os momentos do experimento, pela paciência e aconselhamentos que foram importantes para a realização do experimento e para a minha vida profissional;

À professora Rita Trindade, por ser esta pessoa tão especial que está presente e disposta a ajudar quando a gente mais precisa;

Ao professor Brandão por sua serenidade e sua atenção sempre que precisei;

À professora Cristina Lima pelas sugestões, críticas e exemplo profissional durante a graduação;

Aos funcionários do colégio agrícola Maurício, Jonas, Sr. Jorge, Regina e em especial ao Sr. Zé pela ajuda sempre indispensável;

Ao Cláudio Lombarde do LZNA, ao Acácio, do LIFT, ao Josias e ao Orlando do LSA, pela colaboração na realização das análises de ração e de sangue e ao professor Newton Tavares Escocard de Oliveira pela ajuda nas análises estatísticas;

Às secretárias Jovana e Simone pela paciência, atenção e sorrisos sempre presentes;

Às meninas da república pela convivência e amizade;

À Tania, Luciana, Daniele, Claudio Eduardo, Gilmara e Giovana, amigos para sempre;

A todos aqueles que não estão citados nominalmente, mas que fazem parte de minha vida e que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste projeto de vida e que sempre acreditaram em mim, no meu esforço e no meu trabalho.

**“Aprender é a única coisa que a mente nunca se cansa,
nunca tem medo e nunca se arrepende”**

(Leonardo Da Vinci)

RESUMO

MATOS, Marize Bastos de, M.S., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Abril de 2008. **Balanço eletrolítico e redução de proteína bruta em rações para frangos de corte em condições naturais de estresse calórico.** Orientador: Rony Antonio Ferreira; Conselheiro: Humberto Pena Couto

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF. 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. O objetivo do experimento foi avaliar o efeito do balanço eletrolítico da ração e da proteína bruta (PB) sobre o desempenho zootécnico, umidade da cama, parâmetros fisiológicos e sanguíneos de frangos de corte criados em condições naturais de estresse calórico. Os tratamentos foram: T1- ração basal, sem redução de PB e sem suplementação com eletrólitos; T2- ração sem redução de PB e suplementada com eletrólitos até BER = 250 mEq/kg; T3- ração com redução de PB, sem suplementação com eletrólitos; T4- ração com redução de PB e suplementada com eletrólitos até BER = 250 mEq/kg. As formulações das rações foram adequadas segundo as exigências nutricionais das aves nas fases de criação estudadas. Foram avaliados o consumo de ração, peso final, ganho de peso, ganho de peso médio diário, conversão alimentar, conversão calórica, eficiência de utilização de nitrogênio e eficiência de utilização de lisina nas fases de 07 a 21 dias e de 07 a 42 dias. A cada fase foram coletadas amostras da cama para análise do teor de umidade. Aos 42 dias foi realizada uma avaliação por “escore visual” de sua qualidade. Os animais receberam água e ração à vontade. As condições ambientais do galpão foram monitoradas duas vezes ao dia com auxílio de um termo higrômetro e um termômetro de globo negro e as leituras usadas para cálculo do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU). Durante o período experimental, o ambiente térmico não foi favorável, pois os valores de temperatura, umidade relativa, temperatura de globo negro e ITGU ficaram acima da zona de termoneutralidade para os animais. Não foram observadas diferenças estatísticas ($P>0,05$) para o

consumo de ração nas fases estudadas. A correção do balanço eletrolítico da ração com menor teor de PB proporcionou melhora ($P < 0,05$) no peso final na fase inicial de criação. No período total não houve melhora ($P > 0,05$) no peso final. Houve uma piora ($P < 0,05$) no ganho de peso, que refletiu na conversão alimentar, que também piorou ($P < 0,05$). A conversão calórica piorou ($P < 0,05$) em todas as fases estudadas. A redução da PB promoveu melhora ($P < 0,05$) na eficiência de utilização de lisina e de nitrogênio nas fases estudadas. Em relação à umidade da cama de frangos, a correção do balanço eletrolítico na ração piorou ($P < 0,05$) a qualidade da cama de frango, aumentando a umidade nas fases estudadas. Na avaliação por “escore visual” da cama de frango, os tratamentos com suplementação dos eletrólitos foram classificados como “ruim”, tornando a cama imprópria à reutilização para os próximos lotes. De forma geral, nestas condições naturais de estresse ambiental, a redução de três pontos percentuais na PB da ração piorou ($P < 0,05$) o desempenho dos frangos em todas as fases estudadas. Quanto aos parâmetros fisiológicos, as aves que receberam rações com correção do balanço eletrolítico apresentaram menores valores ($P < 0,05$) de frequência respiratória nas fases estudadas, assim como na temperatura cloacal, na fase de 7 a 21 dias. Porém, 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, não houve influência ($P > 0,05$) da utilização do eletrólito sobre a concentração de sódio. Em relação às concentrações de potássio, cloro e de ácido úrico, não foram observadas diferenças estatísticas ($P > 0,05$) sobre as concentrações nos tratamentos estudados. A suplementação com eletrólitos melhorou a homeostase orgânica de frangos de corte mantidos em condições naturais de estresse por calor.

ABSTRACT

MATOS, Marize Bastos de, M.S., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Abril de 2008. **Electrolyte balance and reduction of crude protein in natural conditions of stress heat.** Major Professor: Rony Antonio Ferreira; Advisor: Humberto Pena Couto

The experiment was carried out in the Poultry Sector of Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF. Eight hundred male broiler chickens Cobb were allocated in 20 boxes, distributed in randomized completely block design with four treatments and five replicates of forty birds per experimental unity. The objective was evaluate the effect of diets supplemented with electrolytes using Sodium Bicarbonate (NaHCO_3) and potassium chloride (KCl) in the diet electrolyte balance (DEB) adjustment with low protein on the performance, litter moisture, physiologic and blood parameters and of broiler chickens under natural conditions of stress heat. The treatments were: T1- basal diet without reduction of CP (crude Protein) and without supplemented with electrolytes; T2- diet without reduction of CP and supplemented with electrolytes until DEB = 250 mEq/kg; T3- diet with reduction of CP and without supplemented electrolytes; T4- diet with reduction of CP and supplemented with electrolytes until DEB= 250 mEq/kg. The birds received diets formulated in agreement with phase nutritional requirement. Feed intake, final average weight, weigh gain, daily weight gain, conversion ration, caloric conversion, nitrogen and lysine efficiencies in the phases of 07 to 21 days and 07 to 42 days. Samples of litter were collected for analysis of their humidities in each phase. At 42 days was carried out one subjective evaluation for visual score broiler litter quality. Feed and water were supplied *ad libitum* for animals. The ambient condition of broiler house was monitored two times a day throughout the thermohigrometer and black globe thermometer and the readings were used to calculate the black globe temperature and humidity index (BGHI). The thermal environment was not favorable during the experimental period because the values of temperatures, relative humidities, dry bulb temperatures and black globe temperature and humidity index

(BGHI) stayed outside of thermoneutral zone of animals. No significant differences ($P>0,05$) were observed for food intake. The correction of electrolytes balance in the diets with low CP improved ($P<0,05$) in final average weight in the creation initial phase. In the total period not improvement ($P>0,05$) in final weight. Weight gain not improved ($P<0,05$) reflected in conversion ration not improved either ($P<0,05$). The caloric conversion worsened ($P<0,05$) in the studied phases. The reduction of Crude Protein improved ($P<0,05$) the efficiency of utilization of lysine and of nitrogen in the phases studied. In relation to the humidity of broiler litter the correction of electrolyte balance in the diets aggravated ($P<0,05$) the quality of broiler litter increasing the moisture in the studied phases. In the evaluation for visual score of broiler litter the treatments with supplemented of the electrolytes were classified as bad as becoming inappropriate for utilization in the next flocks. In general these conditions of natural stress environmental reduced three percentages points of CP in the diets turned the performance of broilers worst ($P<0,05$) all phases studied. About physiological parameters, the birds that received diets with correction of electrolyte balance presented low values ($P<0,05$) of the respiratory frequency in the phases studied as well as in the cloacal temperature in the phase of 07 to 21 days. But not affected ($P>0,05$) the results of cloacal temperature in the total period. The reduction of crude protein decreased ($P<0,05$) the concentration of sodium in the serum. At 42 days not influenced ($P>0,05$) the utilization of the electrolyte in the concentration of sodium. In relation to concentration of potassium, chloride and uric acid were not observed statistics differences ($P>0,05$) about the concentrations in treatments studied. The supplementation with electrolytes improved the organic homeostasis of the broiler chickens kept in natural of heat stress condition.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO GERAL | 12 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 14 |
| 2.1 Fisiologia do estresse térmico em aves | 14 |
| 2.2 Ajustes de rações no calor para aves | 17 |
| 2.3 Balanço Eletrolítico das Rações (BER) | 19 |
| 2.4 Referências bibliográficas | 23 |
| 3. ARTIGOS..... | 27 |
| 3.1 Efeito do balanço eletrolítico de rações com teor reduzido de proteína bruta sobre o desempenho e qualidade da cama para frangos de corte criados em condições naturais de estresse calórico | 28 |
| Resumo | 28 |
| Abstract | 29 |
| Introdução | 30 |
| Material e métodos | 32 |
| Resultados e discussão | 40 |
| Conclusões | 48 |
| Referências bibliográficas..... | 49 |
| 3.2 Efeito do balanço eletrolítico de rações com teor reduzido de proteína bruta sobre parâmetros fisiológicos e sanguíneos de frangos de corte criados em condições naturais de estresse calórico | 52 |
| Resumo..... | 52 |
| Abstract..... | 53 |
| Introdução..... | 54 |
| Material e métodos..... | 56 |
| Resultados e discussão..... | 64 |
| Conclusão..... | 69 |
| Referências bibliográficas..... | 70 |
| 4. CONCLUSÃO GERAL..... | 72 |

1. INTRODUÇÃO GERAL

O frango de corte moderno é um animal eficiente na conversão dos nutrientes em carne e tem apresentado rápido crescimento e desenvolvimento. No Brasil, a avicultura se modernizou e se desenvolveu rapidamente e alcançando nas últimas décadas níveis elevados de produtividade, levando o país ao maior produtor e exportador e colocando o frango como um dos principais produtos no ranking agrícola de exportações brasileiras. Este avanço, tanto no número de frangos abatidos como no de ovos produzidos, possibilitou à indústria avícola notável potencial para prover aos consumidores uma fonte protéica saudável e de baixo custo. No entanto, a criação de frangos de corte continua apresentando desafios à medida que a atividade atinge novos e mais altos patamares de produtividade, através do melhoramento genético.

Nos países tropicais, dentre estes desafios têm-se os elementos climáticos como as altas temperaturas e altas umidades no interior dos galpões, os quais são limitantes para ótima produtividade. Em condições de estresse por calor, as aves podem aumentar sua frequência respiratória em até dez vezes o seu ritmo normal, podendo provocar desequilíbrios no metabolismo acidobásico. Com isso, outras atividades do metabolismo ficam comprometidas e enquanto não houver retorno do equilíbrio homeostático, o desempenho é prejudicado (SOUZA et al. 2002, p.1298).

A utilização de sais via água de bebida ou nas rações tem sido alternativa freqüentemente empregada por produtores de frango de corte. Entre os principais sais utilizados por estes produtores, destacam-se o cloreto de potássio (KCl), o bicarbonato de sódio (NaHCO_3), o cloreto de cálcio (CaCl_2) e o cloreto de amônio (NH_4Cl_2) que são incorporados para minimizar as perdas por estresse durante o verão. Esta incorporação de cátions e ânions na dieta é usualmente expressa em mEq/kg de ração.

Outra forma de minimizar o estresse calórico é através da redução da proteína bruta da ração, com utilização de aminoácidos sintéticos, fazendo com que as aves tenham o balanço aminoacídico próximo dos seus requerimentos reais, possibilitando a redução da excreção de nitrogênio, que está associado ao catabolismo do excesso de aminoácidos ingerido.

A fonte protéica utilizada nas rações pode afetar o equilíbrio eletrolítico devido ao aumento da produção de ácidos orgânicos com redução de sódio e potássio e cloro, o que pode comprometer o desempenho dos animais em condições de alta temperatura.

Com a produção de aminoácidos sintéticos pelas indústrias, foi possível a redução da proteína bruta da ração e suplementação com estes aminoácidos sem afetar o desempenho animal. Associado a esse fato a manipulação do balanço eletrolítico da ração precisa ser estudada, visto que em rações onde não se tem a preocupação de verificar o ajuste e a relação entre os eletrólitos, o desempenho do animal pode ser afetado. Este manejo promove melhor equilíbrio aminoacídico representando menor catabolismo protéico resultando em decréscimo na produção de calor, auxiliando a ave a manter seu balanço energético, em condições de elevadas temperaturas.

Ao realizar-se o ajuste protéico nas rações para frangos de corte, ocorre redução do uso do farelo de soja nas formulações sendo este uma importante fonte de potássio, que é um mineral alcalogênico, com a suplementação de aminoácidos sintéticos, as rações tornam - se mais ácidas, visto que estes são fontes ácidas.

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes balanços eletrolíticos e de teores de proteína bruta da ração para frangos de corte criados em condições naturais de estresse calórico, sobre o desempenho zootécnico, a qualidade da cama, frequência respiratória, temperatura cloacal e concentração de sódio, potássio, cloro e ácido úrico no soro sanguíneo das aves.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. FISILOGIA DO ESTRESSE TÉRMICO EM AVES

As aves são animais homeotérmicos e mantêm sua temperatura corporal ou dos órgãos vitais (cérebro, pulmões, coração, trato digestório) estável, ou seja, 41 °C, com variação de mais ou menos 0,5°C. A temperatura das extremidades, como patas, crista, barbela e demais áreas superficiais apresentam grande variação de temperatura, pois dependerão do fluxo de energia (calor) que ocorre entre as partes internas e a superfície da pele, considerando que a ave está inserida no meio ambiente, com o qual troca energia (MACARI, 2007).

O controle da temperatura interna corporal das aves é feito por meio do equilíbrio entre o calor produzido (termogênese) pelo metabolismo celular e o calor perdido (termólise) para o ambiente externo. A ingestão de alimentos e a transformação de seus nutrientes em energia química favorecem a produção de calor, enquanto que a dissipação de calor é favorecida por condições ambientais externas como condução, convecção, evaporação e radiação. Estes mecanismos de dissipação de calor desencadeiam o aumento da frequência respiratória e vasodilatação. Como o organismo das aves é considerado uma complexa sociedade de células que estão associadas e inter-relacionadas estrutural e funcionalmente em vários meios e com a finalidade de realizar funções fisiológicas para que o organismo sobreviva como um todo, a homeostase é a manutenção da estabilidade funcional do organismo durante respostas fisiológicas diversas em resposta às alterações das condições ambientais (FURLAN, 2006, p.107).

O estresse é a resposta fisiológica a desequilíbrios causados na homeostasia das aves. Um animal é considerado em estado de estresse quando se fazem necessários ajustes naturais ou artificiais em seu comportamento e/ou fisiologia, com a finalidade de facilitar a expressão de seu fenótipo suplantando-os aos aspectos anti-homeostáticos do ambiente (MARCHETO et al. 2002, p. 320).

A resposta ao estresse térmico começa com a percepção de uma ameaça potencial à homeostase pelo sistema nervoso central. O organismo desenvolverá

uma combinação de respostas de comportamento, procurando sombra caso a temperatura corporal esteja elevada (ROSA, 2003)

O sistema neuroendócrino está envolvido nos processos de resposta ao estresse através da ativação do eixo hipotálamo hipófise adrenal, através da estimulação à síntese de ACTH que libera esteróides do córtex da adrenal promovendo a elevação do colesterol e de enzimas que convertem o cortisol e a cortisona que são glicocorticóides. Estes têm um papel importante na gliconeogênese, estimulando o fígado a converter gordura e proteína em metabólitos intermediários que são posteriormente convertidos a glicose. Os glicocorticóides participam da síntese e ativação da adrenalina, pela medula adrenal em situação de estresse pelo frio, calor ou em caso de fuga ou luta (MATTERI et al. 2000).

Outra resposta fisiológica das aves ao estresse térmico é o aumento na frequência respiratória, resultando em perdas excessivas de dióxido de carbono (CO_2) (BORGES et al. 2003, p. 976). O CO_2 é eliminado mais rapidamente do que é produzido, levando a ave ao quadro de alcalose respiratória, ou seja, uma mudança no equilíbrio acidobásico.

Os pulmões por meio da ventilação alveolar são fundamentais na regulação do equilíbrio acidobásico pelo controle da pressão de CO_2 no sangue, pois este é considerado um ácido em potencial, que reagindo com a água é formado o ácido carbônico (H_2CO_3). Havendo um aumento na concentração de CO_2 nos líquidos corporais ocorrerá a redução do pH e uma redução na concentração de CO_2 elevará o pH. Desta forma, as trocas entre o ar alveolar e o atmosférico determinarão a concentração de CO_2 e a manterão constante (FURLAN, et al. 2002, p. 57).

De acordo com REECE (1996, p. 530), o sistema renal também está relacionado à fisiologia do estresse térmico nas aves, participando da regulação do equilíbrio acidobásico do organismo animal através da regulação da concentração de íons hidrogênio (H^+), aumentando ou reduzindo a concentração de íons bicarbonato no líquido corporal, reabsorção, transporte de íons sódio, cloretos, glicose e aminoácidos.

Para o funcionamento ideal das células do organismo, a composição iônica dos líquidos corpóreos é mantida dentro de certos limites. O hidrogênio é um dos íons que determinam o pH dos líquidos corpóreos. Desvios acentuados do pH podem alterar drasticamente o metabolismo celular (KOLB, 1987, p. 419). Em condições normais, ácidos ou bases são incorporados aos líquidos corporais por meio da

ingestão ou produção no metabolismo celular. Os ácidos são substâncias que doam íons hidrogênio para uma solução e as bases são as que recebem estes íons e ligam estes de uma solução.

Os tampões sanguíneos são combinações de sais e ácidos fracos que impedem alterações de pH no organismo. Quando um sistema tampão está presente, a adição de um ácido ou base resulta em um desvio de pH menor do que ocorreria na ausência deste sistema. Os principais sistemas tampão do sangue são: bicarbonato, proteína plasmática, fosfato e hemoglobina (HOUPT, 1996, p. 550).

Segundo FURLAN et al. (2002, p. 59), o equilíbrio entre ácidos e bases é influenciado pela concentração de ânions e cátions na dieta. Os distúrbios neste equilíbrio podem afetar a produtividade das aves, interferindo na ingestão de alimentos, taxa de crescimento, produção de ovos, qualidade da casca e problema de pernas, além de distúrbios como a alcalose e acidose respiratória e metabólica.

A alcalose respiratória é causada por uma hiperventilação alveolar em que o CO_2 é eliminado mais rapidamente do que é produzido pelos tecidos. Ocorre a redução da pressão parcial de CO_2 , da concentração de H_2CO_3 e de íons hidrogênio, com o aumento do pH sanguíneo. A acidose respiratória é causada por uma hipoventilação alveolar em que o CO_2 proveniente do metabolismo celular não é eliminado pelos pulmões, com aumento da pressão parcial de CO_2 sanguínea e diminuição do pH sanguíneo. O H_2CO_3 presente não é suficiente para neutralizar a alta pressão de CO_2 , e a proporção $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{CO}_2$ permanece abaixo do normal, levando ao quadro de acidose (KOLB, 1987, p. 421, HOUPT, 1996, p. 555; FURLAN, et al., 2002, p. 61).

A alcalose metabólica é causada pela eliminação excessiva de íons hidrogênio ou ganho de base pelo líquido extracelular, enquanto a acidose metabólica é causada por um balanço positivo de íons hidrogênio devido à adição de ácidos ao organismo ou a perda de bicarbonato pelo líquido extracelular (KOLB, 1987, p. 421; HOUPT, 1996, p. 555; FURLAN, et al. 2002, p. 61).

Homeostase acidobásica refere-se à tendência que o animal apresenta de manter uma concentração constante de prótons H^+ , no meio intra e extracelular. Em homeostase, o balanço externo de prótons será zero, pois a formação estará em equilíbrio com a excreção (CAVALIERI e SANTOS, 2007, p.03).

Um dos métodos usados para minimizar os problemas do estresse calórico e desequilíbrios no metabolismo acidobásico é a utilização de eletrólitos, incorporando

cátions e ânions à ração, sendo importante a proporção ideal entre estes, no sentido de obter o máximo desempenho zootécnico dos animais.

2.2 -AJUSTES DE RAÇÕES NO CALOR PARA AVES

Pesquisas demonstraram que a eficiência da produção avícola é afetada negativamente por altas temperaturas e umidades ambientais refletindo no aumento da temperatura corporal da ave, levando-as a fazerem ajustes fisiológicos e comportamentais adaptativos para manter a temperatura corporal normal. A redução da ingestão de alimentos, para a manutenção do calor endógeno, causa queda do crescimento, baixa eficiência alimentar e redução acentuada do peso de órgãos (COBB-VANTRESS, 1999, p. 01; OLIVIEIRA NETO, 1999, p. 78; MACARI et al. 2004, p. 138; FURLAN, 2006, p. 104).

Atualmente utiliza-se de manejos alimentares que visam minimizar as perdas de produtividade decorrente das condições climáticas desfavoráveis. Ajustes de rações devem ser feitos levando-se em consideração a temperatura ambiental efetiva e seus efeitos sobre a fisiologia e o comportamento dos animais bem como sobre o custo de produção.

A adição de óleos ou gorduras em rações aumenta na quantidade de energia disponível para o crescimento das aves em altas temperaturas (MENTEN e PEDROSO, 2001), porém, o ajuste único da energia da ração não é suficiente para garantir o consumo de nutrientes pelos animais, devendo-se ajustar todos os nutrientes da ração FERREIRA, (2005, p. 286). LAGANÁ et al. (2005) estudaram a influência da utilização de dietas com mais gordura e menos proteína bruta sobre o rendimento da gordura abdominal e ganho de peso de frangos de corte estressados pelo calor e observaram que não houve influência da dieta sob a porcentagem de gordura abdominal, porém as aves estressadas pelo calor tiveram menor ganho de peso, justificado pela redução do consumo alimentar. OLIVEIRA et al. (2000) trabalharam com frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambientes de alta temperatura, níveis de energia de 2850, 2925, 3000, 3075 e 3150 kcal de EM/kg, ajustes protéicos, minerais e vitamínicos adequados ao atendimento das exigências dos animais e concluíram que com o nível mais alto de energia

metabolizável houve melhora no ganho de peso, com aumento linear da conversão alimentar e da gordura abdominal.

Outra forma de minimizar o estresse por calor nas aves é a formulação de rações com redução de proteína bruta e suplementação com aminoácidos sintéticos, baseados no conceito de proteína ideal, uma vez que níveis elevados de proteína bruta na ração aumentam a carga de calor a ser dissipado em razão de seu elevado incremento calórico.

Conforme referenciado por FARIA FILHO (2003, p. 10), o incremento calórico é representado pelo calor produzido durante a digestão e metabolismo dos nutrientes, sendo o calor resultante do aumento da atividade gastrintestinal, hepática, renal e dos sistemas circulatórios e respiratórios.

Segundo CELLA et al. (2001, p. 434), a produção comercial de aminoácidos sintéticos viabilizou a redução dos teores de proteína bruta (PB) das rações, devido à facilidade e disponibilidade das inclusões destes ingredientes na ração, o que permite menor produção de calor via incremento calórico.

HAN et al. (1992) trabalharam com frangos de corte machos de 8 a 22 e de 8 a 42 dias de idade e observaram que aves alimentadas com rações com baixos níveis de proteína bruta, suplementadas com cinco aminoácidos limitantes e nitrogênio na forma de ácido glutâmico, apresentaram valores semelhantes de ganho de peso, eficiência alimentar e deposição de gordura corporal em relação às aves que receberam ração testemunha.

De acordo com FARIA FILHO et al. (2006), dietas de baixa proteína para frangos de corte entre 42 e 49 dias criados em condições de altas temperaturas não influenciaram no rendimento de carcaça, dos cortes comerciais e na porcentagem de gordura abdominal, pois havia suplementação correta de aminoácidos de acordo com as exigências dos animais.

LEESON et al. (1996) relataram a importância no atendimento das exigências diárias de aminoácidos das aves para atingir máxima deposição protéica e, simultaneamente, para diminuir a deposição de gordura por meio da ingestão excessiva, em relação à necessária para manutenção e crescimento. A falta ou o excesso de aminoácidos pode limitar o crescimento de tecido magro, aumentando a quantidade de gordura, pois a energia também pode ser oriunda da desaminação de proteínas. Portanto, o fornecimento de proteína bruta em excesso ou de pouca

digestibilidade, sem equilíbrio ideal de aminoácidos, pode gerar maior disponibilidade de energia, podendo causar maior deposição de gordura na carcaça.

Conforme estudo realizado por SILVA et al. (2006), avaliando a redução de proteína bruta e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, ficou evidenciado que os teores de PB para frangos de corte na fase inicial podem ser reduzidos desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos.

ARAÚJO et al. (2004) utilizaram níveis decrescentes de proteína bruta para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, concluíram que é possível diminuir o nível protéico da dieta na fase inicial desde que a formulação seja com base em aminoácidos digestíveis, possibilitando um menor desperdício de proteína.

2.3. BALANÇO ELETROLÍTICO DAS RAÇÕES (BER)

O sódio (Na^+), potássio (K^+) e cloro (Cl^-) são eletrólitos essenciais para manutenção da pressão osmótica, controle da passagem de nutrientes para as células, equilíbrio acidobásico e no metabolismo da água. Estes elementos estão distribuídos nos fluídos e nos tecidos moles do organismo, exercendo conjuntamente com íons fosfato e bicarbonato, todo controle homeostático orgânico (BERTECHINI, 2006, p. 194). Apesar das aves os exigirem em quantidades mínimas em sua alimentação para satisfazer suas necessidades nutricionais, é importante que a proporção entre eles seja adequada (BORGES et al. 2002, p. 156).

No organismo dos animais, o sódio está amplamente presente como íon sódio, com função de regulação da pressão osmótica de cristalóides, equilíbrio acidobásico, manutenção dos potenciais de membrana, transmissão de impulsos nervosos e processos de absorção de monossacarídeos, aminoácidos, pirimidinas e sais biliares, sendo o principal cátion dos líquidos extracelulares atingindo cerca de 90% do total (HAYS e SWENSON, 1996, p. 474, BORGES, 2007p. 74).

O potássio é o principal cátion do fluido intracelular, influencia na contratilidade dos músculos lisos, esqueléticos e cardíacos, além de participar da manutenção do equilíbrio acidobásico, regulação da pressão osmótica e no desenvolvimento dos potenciais de membrana. A deficiência de potássio afeta os

tubos coletores dos rins, resultando na incapacidade de concentrar urina, podendo também provocar alterações na secreção gástrica e motilidade estomacal, antagonismo arginina-lisina, condução nervosa, contração muscular, síntese de proteínas teciduais, balanço osmótico e equilíbrio acidobásico. Sua perda reduz a osmolaridade dos fluidos (HAYS e SWENSON, 1996, p. 474, BORGES et al. 2007, p. 74).

O cloro na forma de ânion cloreto (Cl^-) é o mais importante do fluído extracelular, estando envolvido em processos metabólicos como participação da formação de secreções gástricas e redução na excreção de urina (HAYS e SWELSON, 1996, p. 475).

O transporte Cl^- é feito por mecanismos ativos, na região do íleo envolvendo a secreção de bicarbonato para o lúmen intestinal, com absorção do Cl^- para a manutenção do equilíbrio eletroquímico (MAIORKA e MACARI et al., 2002, p. 170). O aumento do Cl^- deprime a excreção de H^+ e a reabsorção de HCO_3^- pelos rins, contribuindo com uma acidificação do sangue indicando uma resposta à alcalose (BORGES et al. 2003, p. 977).

O equilíbrio eletrolítico da ração, também chamado de balanço dietético acidobásico ou ainda equilíbrio cátion-aniônico, refere-se ao balanço entre as cargas positivas e negativas, ou seja, íons presentes nos alimentos que ao serem absorvidos no trato digestivo, influenciam o equilíbrio acidobásico nos fluídos corporais, alterando o metabolismo e conseqüentemente, o desempenho animal. (FERREIRA, 2005, p.289)

De acordo com PATIENCE (1990, p. 401), o balanço eletrolítico das rações pode ser calculado pelo uso da seguinte fórmula:

$\text{BER} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) - (\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{HPO}_4^- + \text{SO}_4^-)$, em razão da absorção de sódio, potássio e cloro, exceder 90% deste total e por estes serem os principais íons envolvidos nos processos metabólicos, embora os outros sejam importantes para o metabolismo, sua absorção é inferior e amplamente variável, tem sido adotado uma fórmula mais simples:

$$\text{BER} = \text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$$

MONGIN (1981, citado por BORGES et al., 2007, p. 76) afirmou que o resultado do poder ácido da ingestão de Na^+ , K^+ e Cl^- , é igual à diferença de cátions e ânions excretados ((cátions - ânions)_{excretados}) mais a produção de ácido endógeno (H^+ _{endógeno}) mais as bases em excesso ou reservas alcalinas. A ingestão ótima de

eletrólitos, em termos de equilíbrio ácido-base, pode minimizar a presença de bases em excesso (Beecf), tendendo a zero. O requerimento ótimo do balanço eletrolítico foi definido em termos de mEq ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$)/kg de ração:

$$\boxed{(\text{ânions-cátions})_{\text{ingeridos}} + \text{H}^+_{\text{endógeno}} = (\text{ânions-cátions})_{\text{excretados}} + \text{H}^+_{\text{endógeno}} + \text{bases}_{\text{em excesso}}}$$

MONGIN (1981) determinou que devem ser utilizados para frangos de corte, um balanço eletrolítico de 250 mEq/kg de ração e a relação $(\text{K} + \text{Cl})/\text{Na}$ maior que 1. As concentrações plasmáticas destes íons definidos por MONGIN (1981) têm papel preponderante no equilíbrio eletrolítico e acidobásico por suas localizações em relação às células e pelo desencadeamento da troca de fluídos pelas paredes celulares. Estes íons também apresentam estreita relação com mecanismos compensatórios que envolvem a mobilização de íons fundamentais nos equilíbrios acidobásicos como HCO_3^- e íon H^+ nos rins (SILVA, 2004).

O equilíbrio acidobásico e o metabolismo dos aminoácidos estão intimamente relacionados, mudanças neste equilíbrio, influenciam o destino metabólico dos mesmos, além de influenciar no crescimento, apetite, desenvolvimento ósseo, saúde e resposta ao estresse térmico (PATIENCE, 1990, p. 399).

A interação entre os eletrólitos (Na^+ , K^+ e Cl^-) e destes com outros nutrientes, associadas às diferentes condições ambientais podem causar problemas no desenvolvimento ósseo das aves, principalmente as jovens, levando ao aparecimento de problemas de pernas. O efeito dos diferentes ânions e cátions na incidência de discondroplasia tibial são dependentes entre si, mostrando a importância do equilíbrio eletrolítico da dieta para o desenvolvimento adequado das aves (MURAKAMI, 2000, p. 57).

SOUZA et al. (2002) estudaram o efeito da suplementação de cloreto de potássio na dieta sobre o equilíbrio acidobásico e desempenho de frangos de corte no verão, não foram observadas diferenças significativas sob peso médio, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, havendo efeito sob o pH e sob o excesso de bases.

OLIVEIRA et al. (2003) em um ensaio utilizando subprodutos avícolas na alimentação de frangos de corte na fase inicial com níveis crescentes de balanço eletrolítico, concluíram que o melhor valor de balanço eletrolítico foi de 292mEq/kg, independentemente do subproduto utilizado; porém com o aumento do nível do balanço eletrolítico, o teor de umidade de cama ficou elevado, devido ao aumento

nos níveis de sódio das rações, pois houve a inclusão do bicarbonato de sódio para se obter os níveis de balanços eletrolíticos desejados.

OVIEDO RONDÓN et al. (2000) demonstraram que os frangos apresentaram melhor desempenho durante a primeira semana, quando as rações apresentaram balanço eletrolítico entre 250 a 319 mEq/kg e 0,29 e 0,28% de Na⁺ e Cl⁻, respectivamente.

De acordo com BORGES et al. (2002, p. 156), o balanço eletrolítico da ração interfere no desempenho das aves. O ganho de peso e a conversão alimentar foram melhores para frangos alimentados com dietas contendo 260 mEq/kg na fase pré-inicial, independentemente do teor de proteína bruta.

VIEITES et al. (2004) estudaram o efeito de níveis de balanço eletrolítico e de proteína bruta na ração sobre o desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade e observaram que o BE influenciou no ganho de peso e consumo de ração destas aves alimentadas com 20% e 23% de PB. As aves obtiveram maior ganho de peso com balanço de 200 mEq/kg e consumiram maior quantidade de ração com BE na faixa de 100mEq/kg e 200mEq/kg.

Segundo MUSHTAQ et al. (2005), frangos de corte criados em condições de estresse por calor obtiveram melhor desempenho quando se utilizou o mínimo de 0,25% de Na⁺ e 0,30% de Cl⁻, desde que seja mantida o BER de 250mEq/kg de ração.

2.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S. Redução do nível protéico da dieta, através da formulação baseada em aminoácidos digestíveis. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n 4, p.1197-1201, 2004.
- BERTECHINI, A. B. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA, 2006. 301p.
- BORGES, AS.; LAURENTIZ, A. C.; ARAÚJO, L. F. et al. Efeito da Proteína Bruta e de Diferentes Balanços Eletrolíticos das Dietas Sobre o Desempenho de Frangos no Período Inicial. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.2, p.155-161, 2002.
- BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; FISHER DA SILVA, A.V. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.975-981, 2003.
- BORGES, S. A.; FISHER DA SILVA, A. V.; MAIORKA, A. Acid- basic balance in broiler. **Word`s Poultry Science Journal**, v. 63, 2007
- CAVALIERI, F. L. B.; SANTOS, G.T. Balanço catiônico aniônico em vacas leiteiras no pré - parto. Disponível em: www.nupel.uem.br. Acesso em: 12 Dez., 2007
- CELLA, P. S.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M. et al. Níveis de lisina mantendo a relação aminoacídica para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p. 433-439, 2001.
- COBB-VANTRESS. Terapias Nutricionales para Optimizar la Produccion Avícola durante Períodos de altas temperaturas y Humedades. 1999
- FARIA FILHO, D. E. Efeito de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal para frangos de corte criados em temperatura fria, termoneutra e quente. 2003 dissertação-(Mestrado em Zootecnia). FCAV-UNESP Jaboticabal, SP, 2003.
- FARIA FILHO, D. E.; ROSA, P. S.; FIGUEIREDO, D. F. et al. Dietas de baixa proteína no desempenho de frango criados em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p. 101-106, 2006.
- FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. 1ª edição. Viçosa, MG, Ed. Aprenda Fácil, 2005. 371p.
- FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In **Simpósio Sul de Avicultura**, 2006. Chapecó-SC, disponível em <http://www.cnpsa.embrapa.br>. Acesso em: 18 Out. 2006.
- FURLAN, R. L.; FISHER DA SILVA, A. N.; BORGES, A. S. et al. Equilíbrio ácido básico. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L; GONZALES, E.; **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**, Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

HAN, Y.; SUZUKI, H.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Aminoacid fortification of a low protein corn and soybean meal diet for chicks. **Poultry Science**, v. 71, p. 1168-1178, 1992.

HAYS, V.W. e SWELSON, J.M. Minerais. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. 11ª edição. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A., 1996. 856 p.

HOUPT, T.R.; Equilíbrio ácido - básico. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. 11ª edição. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A., 1996. 856 p.

KOLB, **Fisiologia Veterinária**, 4ª edição, Rio de Janeiro, RJ Ed. Guanabara Koogan S.A., 1987. 612p.

LAGANÁ, C.; RIBEIRO A. M. L.; KESSLER, A. M.; et al. Efeito de níveis de proteína e gordura da dieta da gordura abdominal de frangos estressados por calor. **B. Indústr. anim.**, V.62, p.313-319, 2005

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMERS, J. D. Broiler response to diet energy. **Poultry Science**, v.75, p.529-535, 1996.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para a manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A.A.; NÄÄS, I. A.; MACARI, M.; **Produção de Frangos de Corte**, SP. Ed. Facta, 2004. 356p.

MACARI, M. Estresse de calor em aves. Disponível em www.aveword.com.br; Acesso em 06 de Agosto de 2007.

MAIORKA, A.; MACARI, M.; Absorção de minerais. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**, Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

MARCHETO, F. G.; NÄÄS, I. A.; SALGADO, D. D'A. et al. Efeito das temperaturas de bulbo seco e de globo negro e do índice de temperatura e umidade, em vacas em produção alojadas em sistema de free-stall. **Braz. J. Vet Res. Anim. Sci.** v.39, n.6, p. 320-324, 2002.

MATTERI, R.L.; CARROL, J.A.; DYER, C. J. Neuroendocrine responses to stress. In: MORBEG, G.P. and MENCH, J.A. In: **The biology of animal stress: basic principles and implications of animal welfare**, CABI publishing, 2000. 43-76.

MENTEN, J.F.M.; PEDROSO, A.A. Nutrição de aves em climas quentes. In: OLIVEIRA DA SILVA, I.J.; **Ambiência na produção de aves em clima tropical**, série engenharia agrícola construções rurais, Piracicaba, 2001. 200p.

MONGIN P. Recent advances in dietary anion-cation balance: applications in poultry. **Proceedings Nutrition Society**, v 40, p.285-294, 1981.

MURAKAMI, A. E. Balanço eletrolítico da dieta e sua influencia sobre o desenvolvimento dos ossos em frangos. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 2000

MUSHTAQ, T.; SARVAR, M.; NAWAZ, H. et al. 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, p.1716-1722, 2005.

OLIVEIRA NETO, A. R. Efeito de níveis de energia da ração e da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de frangos de corte. 1999, dissertação-(Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

OLIVEIRA, R. F. M.; ZANUSSO J. T.; DONZELE J. L. et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de zootecnia**. V. 29 n.3, p.810-816, 2000.

OLIVEIRA, E.C.; MURAKAMI, A. E.; FRANCO, J.R.G. et al. Efeito do balanço eletrolítico e subprodutos avícolas no desempenho de frangos de corte na fase inicial (1-21 dias de idade). **Acta Scientiarum Animal Sciences** , v. 25, n 2, p. 293-299, 2003

OVIEDO RONDÓN, E. 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, 2000.

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

REECE, W. O.; Equilíbrio hídrico e excreção. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. 11ª edição. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A., 1996. 856 p.

ROSA, J.P. Endocrinologia do estresse e importância no bem estar animal. In: seminário da disciplina bioquímica do tecido animal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, 2003. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/bioquímica/Pósgrad/BTA>. Acesso em: 08 Jul. 2006.

SILVA, V. F. Transtornos do equilíbrio ácido básico em frangos de corte. In: seminário da disciplina bioquímica do tecido animal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, 2004. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/bioquímica> . Pósgrad/ TMAD. Acesso em: 08 Jul. 2006.

SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia** , v.35, n.3, p.840-848, 2006.

SOUZA, B.B.; BERTECHINI, A, G.; TEIXEIRA, A.S. et al. Efeito da suplementação de cloreto de potássio na dieta sobre o equilíbrio ácido básico e o desempenho de frangos de corte no verão. **Ciência Agrotécnica de Lavras**, v. 26, n.6, p. 1297-1304, 2002.

VIEITES, F.M.; MORAES, G.H.K. et al. Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre o desempenho de pinto de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.33, n.6, p.2076-2085, 2004.

3. ARTIGOS

Os artigos a seguir foram elaborados com base nas exigências da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB (artigo1) e da Revista Archivos de Zootecnia (artigo2), com adaptação às normas para elaboração de teses e dissertações da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

3.1. Efeito do balanço eletrolítico e da redução da proteína bruta das rações sobre o desempenho e qualidade da cama de frangos de corte criados em condições naturais de estresse calórico.

Palavras- chave: eletrólitos, equilíbrio acidobásico, teor de umidade

Resumo: Um experimento foi conduzido no setor de avicultura da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF. Objetivando-se estudar o efeito da suplementação de eletrólitos sobre o desempenho e qualidade da cama de frangos de corte criados em condições naturais de estresse calórico, utilizando-se o bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e cloreto de potássio (KCl) para o ajuste do balanço eletrolítico de rações (BER) com dois níveis de proteína bruta (PB). 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 consistiram de: T1 - ração basal; T2 - ração suplementada com eletrólitos para ajuste do BER para 250mEq/kg; T3 - ração com redução de PB, sem suplementação de eletrólitos; T4 - ração com redução de PB suplementada com eletrólitos e ajuste do BER para 250 mEq/kg. Foram avaliados o consumo de ração, peso final, ganho de peso, ganho de peso médio diário, conversão alimentar, conversão calórica e eficiência de utilização de nitrogênio, lisina e teor de umidade da cama nas fases de 07 a 21e de 07 aos 42 dias. Aos 42 dias foi feita uma avaliação subjetiva por “escore visual” da qualidade da cama. O ambiente térmico não foi favorável durante o período experimental. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para o consumo de ração nas fases estudadas. A correção do balanço eletrolítico da ração com menor teor de PB proporcionou melhora ($P<0,05$) no peso final na fase inicial de criação, porém no período total, não houve melhora ($P>0,05$). Houve piora ($P<0,05$) no ganho de peso, conversão alimentar e conversão calórica em todas as fases estudadas. A redução da PB promoveu melhora ($P<0,05$) na eficiência de utilização de lisina e de nitrogênio nas fases estudadas. A correção do balanço eletrolítico na ração piorou ($P<0,05$) a qualidade da cama, aumentando a umidade. Na avaliação por “escore visual” da cama, os tratamentos com suplementação dos eletrólitos foram classificados como “ruim”, tornando a cama imprópria à reutilização para os próximos lotes. De maneira geral, a redução de três pontos percentuais na PB da ração piorou ($P<0,05$) o desempenho dos frangos nas fases estudadas.

Effect of electrolyte balance and reduction of crude protein in diets under performance and broiler litter quality of the broiler chickens raised in natural conditions of stress heat.

Key words: electrolytes, acid basic balance, humidity content

Abstract: One experiment was carried out in the Poultry Sector of Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF. The objective was evaluate the effect of diets supplemented with electrolytes using Sodium Bicarbonate (NaHCO_3) and potassium chloride (KCl) in the diet electrolyte balance (DEB) adjustment with low protein on the performance, broiler litter quality of the broiler chickens under natural conditions of stress heat. Eight hundred male broiler chickens Cobb were allocated in 20 boxes, distributed in randomized completely block design with four treatments and five replicates of forty birds per experimental unity. The treatments were: T1- basal diet; T2- diet without reduction of CP and supplemented with electrolytes until $\text{DEB} = 250 \text{ mEq/kg}$; T3- diet with reduction of CP and without supplemented electrolytes; T4- diet with reduction of CP and supplemented with electrolytes until $\text{DEB} = 250 \text{ mEq/kg}$. Feed intake, final average weight, weight gain, daily weight gain, conversion ratio, caloric conversion, nitrogen and lysine efficiencies in the phases of 07 to 21 days and 07 to 42 days. Samples of litter were collected for analysis of their humidities in each phase. At 42 days were carried out one subjective evaluation for visual score broiler litter quality. The thermal environment was not favorable during the experimental period. No significant differences ($P > 0,05$) were observed for food intake. The correction of electrolytes balance in the diets with low CP improved ($P < 0,05$) in final average weight in the creation initial phase but in the total period not improvement ($P > 0,05$) in final weight. Weight gain, conversion ratio and caloric conversion worsened ($P < 0,05$) in the phases studied. The reduction of Crude Protein improved ($P < 0,05$) the efficiency of utilization of lysine and of nitrogen in the phases. The correction of electrolyte balance in the diets aggravated ($P < 0,05$) the quality of broiler litter increasing the moisture. In the evaluation for visual score of broiler litter the treatments with electrolytes supplemented were classified as bad as becoming inappropriate for utilization in the next flocks. In general these conditions of the natural stress environmental reduced three percentage points of CP in the diets turned the performance of broilers worst ($P < 0,05$) all phases studied.

Introdução

No Brasil, a avicultura se desenvolveu rapidamente e tem alcançado níveis elevados de produtividade, levando o país a ser o maior exportador de frangos de corte do mundo, devido ao mais baixo custo de produção. No entanto, a atividade continua apresentando desafios à medida que atinge os mais altos patamares de produtividade delineados pelo melhoramento genético. Entre estes desafios estão o calor e a alta umidade relativa do ar no ambiente de criação que podem limitar a expressão do potencial genético.

Em condições de estresse por calor, as aves aumentam sua frequência respiratória até dez vezes seu ritmo normal, podendo influenciar o equilíbrio acidobásico, em razão da ocorrência de alcalose respiratória (SOUZA et al. 2002).

O controle da temperatura interna corporal das aves é feito por meio do equilíbrio entre o calor produzido (termogênese) pelo metabolismo celular e o calor dissipado para o ambiente externo (termólise). A ingestão e o metabolismo dos alimentos favorecem a produção de calor corporal, enquanto a sua dissipação depende das condições ambientais externas como condução, convecção, evaporação e radiação. Estes mecanismos de dissipação de calor podem influenciar os padrões normais de frequência respiratória e de vasodilatação periférica, sendo que a magnitude do estresse irá influenciar a resposta das aves, que são animais altamente sensíveis às flutuações climáticas do ambiente, principalmente ao calor.

O uso de eletrólitos via água de bebida ou nas rações está sendo implementado por produtores de frangos de corte como alternativa para minimizar o estresse térmico em ambientes quentes. Entre os principais sais utilizados destacam-se o cloreto de potássio (KCl), o bicarbonato de sódio (NaHCO₃), o cloreto de cálcio (CaCl₂) e o cloreto de amônio (NH₄Cl₂), que são incorporados às rações de verão. Esta incorporação de cátions e ânions às rações é usualmente expressa em mEq/kg de ração (MONGIN, 1981).

De acordo com PATIENCE (1990), o balanço eletrolítico das rações (BER) pode ser calculado pelo uso da fórmula: $BER = (Na^+ + K^+ + Ca^{++} + Mg^{++}) - (Cl^- + H_2PO_4^- + HPO_4^{2-} + SO_4^{2-})$. Entretanto, em função da alta absorção de sódio, potássio e cloro, que representam juntos mais de 90% da absorção total de todos os eletrólitos e por estes serem os principais íons envolvidos nos processos

metabólicos, adotou-se uma fórmula mais simples para cálculo do BER, sendo expresso como a soma de sódio e potássio e subtraindo-se a concentração de cloro da ração. O equilíbrio acidobásico e o metabolismo protéico estão intimamente relacionados e alterações neste equilíbrio influenciam o destino metabólico dos aminoácidos, além de afetar o crescimento, apetite, desenvolvimento ósseo, saúde e resposta ao estresse térmico.

Outra forma de minimizar o estresse por calor para aves é o ajuste das rações com redução da proteína bruta e suplementação com aminoácidos sintéticos, fazendo com que as mesmas tenham o balanço aminoacídico de acordo com suas exigências reais. Esta prática possibilita a redução da excreção de nitrogênio, associado ao menor catabolismo de aminoácidos ingeridos.

A redução da proteína bruta da ração deve ser realizada com cautela, de modo a garantir a suplementação dos aminoácidos essenciais e até mesmo os não-essenciais, maximizando o desempenho das aves.

Com a redução protéica da ração ocorre menor participação do farelo de soja, uma importante fonte de potássio que é um mineral alcalogênico. Associado a este fato, a suplementação de aminoácidos sintéticos, tornam as rações mais ácidas. Outro ponto importante do balanço eletrolítico da ração seria o ajuste feito com objetivo de manter a proporção correta de eletrólitos nas formulações com menores teores de proteína bruta, já que a utilização destes sais poderá alterar o equilíbrio osmótico das aves aumentando o consumo de água, o que resultaria em cama mais úmida e imprópria à reutilização aos próximos lotes.

Assim, o estudo do balanço eletrolítico torna-se fundamental em rações modificadas para frangos de corte criados em clima tropical, sendo que a proporção de eletrólitos precisa ser avaliada e adequada no sentido de contribuir com este importante segmento da avicultura brasileira.

O objetivo do trabalho foi o de avaliar o efeito do balanço eletrolítico e da proteína bruta das rações sobre o desempenho e qualidade da cama de frangos de corte criados em condições naturais de estresse calórico.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal - CCTA/UENF em Campos dos Goytacazes - RJ.

Foram utilizados 800 pintos de corte machos da linhagem Cobb, imunizados no incubatório contra marek e boubá aviária, alojados em galpão de alvenaria com telha de amianto, pé direito de 2,70 metros e aberturas laterais de ventilação. As aves foram distribuídas em 20 boxes com dimensões de 1,80 x 2,80 metros, contendo um comedouro em cada box adequado à fase de desenvolvimento das aves (linear de 1 a 5 dias, tubular infantil dos 6 aos 21 dias e tubular, dos 22 aos 42 dias); assim como um bebedouro (tipo pressão, de 1 a 14 dias e pendular, dos 15 aos 42 dias). As rações e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

O piso do box foi recoberto com maravalha e o aquecimento, realizado por campânulas metálicas, com lâmpadas incandescentes de 200 Watts, atendendo às recomendações ambientais descritas no manual da linhagem. Os animais receberam apenas luz natural durante todo período experimental, de 10 de abril a 15 de maio.

As condições ambientais do galpão foram monitoradas diariamente em horários predeterminados (7h30min e 16h30min), por meio de um termohigrômetro digital marca Instrutherm modelo HT 200 (temperatura de máxima e mínima, bulbo seco e bulbo úmido), termômetro de globo negro e anemômetro digital marca Instrutherm modelo AD250, mantidos em um box no centro do galpão à meia altura das aves. Estas medidas foram utilizadas para calcular o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), caracterizando o ambiente térmico da instalação, conforme preconizado por BUFFINGTON et al. (1981).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos, cinco repetições e 40 aves por unidade experimental.

Na primeira semana, todas as aves receberam ração pré-inicial. A partir do sétimo dia, as aves foram uniformizadas por peso corporal e distribuídas nas unidades experimentais, obtendo-se o peso médio inicial de $203,5 \pm 0,9g$, quando receberam as respectivas rações experimentais (Tabelas 1 a 4), formuladas a base de milho e farelo de soja, de acordo com a fase de criação: inicial (07 a 21 dias), crescimento (22 a 34 dias) e final (35 a 42 dias). As rações foram formuladas com

base na composição química dos ingredientes e adequadas às exigências para frangos de corte machos de desempenho médio propostas por ROSTAGNO et al. (2005), com exceção da proteína bruta, nos tratamentos três e quatro, que foi reduzida de três pontos percentuais e suplementada com aminoácidos sintéticos para o atendimento da relação dos aminoácidos na proporção recomendada por ROSTAGNO et al. (2005). Para correção do balanço eletrolítico, foram adicionadas às rações do tratamento dois e quatro bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e cloreto de potássio (KCl), em substituição ao inerte (areia lavada) e os valores do balanço eletrolítico das rações experimentais foram calculados de acordo com MONGIN (1981), considerando o peso molecular de cada elemento químico.

Os tratamentos consistiram em:

T1 - Ração sem redução de proteína bruta e sem suplementação com eletrólitos;

T2 - Ração sem redução de PB, suplementada com eletrólitos e ajuste do BER para 250mEq/kg;

T3 - Ração com PB reduzida, sem suplementação de eletrólitos;

T4 - Ração com PB reduzida, suplementada com eletrólitos e ajuste de BER para 250mEq/kg.

Durante o período experimental, sobras de ração e animais foram pesados a cada mudança de fase para mensuração do consumo médio de ração (CMR), peso médio final (PMF), ganho de peso médio diário (GPMD), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC) em (Kcal/kg), eficiência de utilização de nitrogênio para ganho de peso (EUNG) e eficiência de utilização de lisina para ganho de peso (EULG).

A EUNG e a EULG, foram calculadas considerando, respectivamente, o consumo de nitrogênio e o consumo de lisina necessário para produção de um quilograma de peso vivo da ave.

Para avaliação do teor de umidade da cama, a cada mudança de fase foram coletadas amostras constituídas por quatro subamostras retiradas em locais previamente estabelecidos (ao redor do comedouro, do bebedouro e em dois cantos da unidade experimental), para a obtenção da amostra composta. Os locais foram determinados de forma a corresponder à realidade da criação, conforme observação comportamental dos animais; tem-se como exemplo, que aves que receberam rações suplementadas com eletrólitos realizavam maior número de visitas ao

bebedouro podendo, eventualmente, aumentar a umidade da cama no local em questão.

As subamostras foram homogeneizadas sendo retirada uma alíquota de 200g para compor a amostra composta. Todas as amostras compostas foram pré-secas em estufa a 55°C por 72 horas e posteriormente secas em estufa a 105°C para a determinação do teor de umidade, de acordo com metodologia proposta por SILVA e QUEIROZ (2002).

Ao final do experimento, foi feita avaliação subjetiva por meio de metodologia de “escore visual” realizada por três pessoas que atribuíram o escore “bom” para a cama seca, com possibilidade de reutilização; “regular” para a cama com uma qualidade intermediária e “ruim”, para a cama muito úmida, sem possibilidade de reutilização.

Tabela 1- Composição centesimal da ração pré-inicial.

| Ingredientes | % |
|--|----------------|
| Milho | 58,140 |
| Farelo de soja | 36,350 |
| Óleo de soja | 0,510 |
| Fosfato bicálcico | 1,950 |
| Calcário calcítico | 0,930 |
| Sal comum | 0,520 |
| DL-Metionina | 0,370 |
| L - Lisina HCl 99% | 0,450 |
| L-Treonina | 0,170 |
| Suplemento mineral e vitamínico ¹ | 0,600 |
| BHT | 0,010 |
| Total | 100,000 |
| Composição Química² | |
| Energia metabolizável (kcal/kg) | 2.950 |
| Proteína bruta (%) | 22,04 |
| Lisina digestível (%) | 1,331 |
| Metionina+cistina digestível. (%) | 0,944 |
| Treonina digestível (%) | 0,865 |
| Triptofano digestível (%) | 0,213 |
| Cálcio (%) | 0,939 |
| Fósforo disponível (%) | 0,470 |
| Sódio (%) | 0,223 |
| Potássio (%) | 0,593 |
| Cloro (%) | 0,200 |
| BER mEq/kg ³ | 209 |

¹Suplemento Mineral-Vitamínico - Composição kg de produto: Fe, 10.330mg; Cu, 12.500mg; Mn, 12.500mg; Zn,10.000mg; I, 200mg; Se, 30mg; vitamina A, 2.000.000UI; vitamina D₃, 375.000UI; vitamina E, 6.666,6mg; vitamina K₃, 500mg; vitamina B₁₂, 4000mg; vitamina B₁, 400mg; vitamina B₂, 2000mg; piridoxina, 333mg; biotina, 30; ácido fólico, 300; ácido pantotênico, 2.500mg; ácido nicotínico, 7.000mg; Colina, 108,3g; agente anticoccidiano, 8,33g; antibiótico, 8,33g; BHT, 2.0g ; veículo qsp, 1.000g

² Composição calculada segundo ROSTAGNO et al. (2005).

³ BER - Balanço eletrolítico da ração calculado conforme MONGIN (1981), em que: BER = $(\% \text{Na}^+ \times 100/22,990) + (\% \text{K}^+ \times 100/ 39,102) - (\% \text{Cl}^- \times 100/35,453)$.

Tabela 2 - Composição das rações experimentais da fase inicial (07 - 21 dias).

| Ingredientes (%) | Tratamentos | | | |
|---|-------------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Milho | 58,328 | 58,328 | 67,875 | 67,875 |
| Farelo de soja | 34,455 | 34,455 | 25,200 | 25,200 |
| Óleo de soja | 1,720 | 1,720 | 0,100 | 0,100 |
| Fosfato bicálcico | 1,810 | 1,810 | 1,850 | 1,850 |
| Calcário calcítico | 0,900 | 0,900 | 0,920 | 0,920 |
| Sal comum | 0,492 | 0,492 | 0,492 | 0,492 |
| DL-Metionina | 0,245 | 0,245 | 0,320 | 0,320 |
| L – Lisina HCl 99% | 0,190 | 0,190 | 0,465 | 0,465 |
| L-Treonina | 0,050 | 0,050 | 0,180 | 0,180 |
| L-Triptofano | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Bicarbonato de sódio | 0,000 | 0,430 | 0,000 | 0,740 |
| Cloreto de potássio | 0,000 | 0,500 | 0,000 | 0,500 |
| Suplemento mineral-vitamínico | 0,600 | 0,600 | 0,600 | 0,600 |
| BHT | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Inerte (Areia Lavada) | 1,200 | 0,270 | 1,988 | 0,748 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição calculada² | | | | |
| Energia Metabolizável (kcal/kg) | 3.000 | 3.000 | 3.000 | 3.000 |
| Proteína Bruta (%) | 20,79 | 20,79 | 17,79 | 17,79 |
| Lisina digestível (%) | 1,148 | 1,148 | 1,146 | 1,146 |
| Metionina+cistina digestível (%) | 0,815 | 0,815 | 0,817 | 0,817 |
| Treonina digestível (%) | 0,746 | 0,745 | 0,745 | 0,745 |
| Triptofano digestível (%) | 0,233 | 0,233 | 0,184 | 0,184 |
| Cálcio (%) | 0,889 | 0,889 | 0,828 | 0,828 |
| Fósforo disponível (%) | 0,443 | 0,443 | 0,442 | 0,442 |
| Sódio (%) | 0,214 | 0,330 | 0,214 | 0,413 |
| Potássio (%) | 0,793 | 1,055 | 0,651 | 0,913 |
| Cloro (%) | 0,339 | 0,577 | 0,340 | 0,578 |
| BER ³ mEq/kg | 200 | 250 | 163 | 250 |

¹Suplemento mineral-vitamínico - Composição kg de produto: Fe, 10.330mg; Cu, 12.500mg; Mn, 12.500mg; Zn, 10.000mg; I, 200mg; Se, 30mg; vitamina A, 2.000.000UI; vitamina D₃, 375.000UI; vitamina E, 6.666,6mg; vitamina K₃, 500mg; vitamina B₁₂, 4000mg; vitamina B₁, 400mg; vitamina B₂, 2000mg; piridoxina, 333mg; biotina, 30; ácido fólico, 300; ácido pantotênico, 2.500mg; ácido nicotínico, 7.000mg; Colina, 108,3g; agente anticoccidiano, 8,33g; antibiótico, 8,33g; BHT, 2.0g; veículo qsp, 1.000g

²Composição calculada segundo ROSTAGNO et al. (2005).

³BER - Balanço Eletrolítico da Ração calculado, conforme MONGIN (1981), em que: $BER = (\% Na^+ \times 100 / 22,990) + (\% K^+ \times 100 / 39,102) - (\% Cl^- \times 100 / 35,453)$

Tabela 3 - Composição centesimal das rações experimentais da fase de crescimento (22 - 34 dias).

| Ingredientes (%) | Tratamentos | | | |
|--|-------------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Milho | 60,518 | 60,518 | 71,978 | 71,978 |
| Farelo de soja | 30,965 | 30,965 | 21,200 | 21,200 |
| Óleo de soja | 2,900 | 2,900 | 0,540 | 0,540 |
| Fosfato bicálcico | 1,800 | 1,800 | 1,750 | 1,750 |
| Calcário | 0,830 | 0,830 | 0,850 | 0,850 |
| Sal comum | 0,471 | 0,471 | 0,471 | 0,471 |
| DL-Metionina | 0,245 | 0,245 | 0,315 | 0,315 |
| L – lisina HCl 99% | 0,206 | 0,206 | 0,515 | 0,515 |
| L-Treonina | 0,055 | 0,055 | 0,220 | 0,220 |
| L-Triptofano | 0,000 | 0,000 | 0,021 | 0,021 |
| Bicarbonato de sódio | 0,000 | 0,555 | 0,000 | 0,875 |
| Cloreto de potássio | 0,000 | 0,500 | 0,000 | 0,500 |
| Suplemento mineral vitamínico ¹ | 0,400 | 0,400 | 0,400 | 0,050 |
| BHT | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Inerte (areia lavada) | 1,600 | 0,545 | 1,730 | 0,355 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição Calculada² | | | | |
| Energia Metabolizável (kcal/kg) | 3.100 | 3.100 | 3.100 | 3.100 |
| Proteína bruta (%) | 19,41 | 19,41 | 16,41 | 16,41 |
| Lisina digestível (%) | 1,076 | 1,076 | 1,090 | 1,090 |
| Metionina+cistina digestível (%) | 0,783 | 0,783 | 0,781 | 0,781 |
| Treonina digestível (%) | 0,697 | 0,697 | 0,697 | 0,697 |
| Triptofano digestível (%) | 0,214 | 0,214 | 0,182 | 0,182 |
| Cálcio (%) | 0,828 | 0,828 | 0,828 | 0,828 |
| Fósforo disponível (%) | 0,411 | 0,411 | 0,411 | 0,411 |
| Sódio (%) | 0,205 | 0,355 | 0,205 | 0,441 |
| Potássio (%) | 0,736 | 0,998 | 0,589 | 0,851 |
| Cloro (%) | 0,326 | 0,564 | 0,327 | 0,565 |
| BER ³ mEq/kg | 185 | 250 | 147 | 250 |

¹Suplemento mineral-vitamínico - Composição kg de produto: Fe,12.500mg; Cu,15.000;mg; Mn,15.000mg; Zn,12.000mg; I, 250mg; Se,35mg; vitamina A, 2.500.000UI; vitamina D3, 500.000UI; vitamina E, 7.000,6mg; vitamina K₃, 500mg; vitamina B₁₂, 4500mg; vitamina B₁, 450mg; vitamina B₂, 2000mg; piridoxina, 400mg; biotina, 30; ácido fólico, 350; ácido pantotênico, 3.000mg; ácido nicotínico, 9.000mg; Colina, 100g; agente anticoccidiano, 125g; antibiótico, 12,5g; BHT, 2.0g; veículo qsp, 1.000g

² Composição calculada segundo ROSTAGNO et al. (2005).

³ BER - Balanço Eletrolítico da Ração calculado, conforme MONGIN, (1981), em que: $BER = (\% Na^+ \times 100 / 22,990) + (\% K^+ \times 100 / 39,102) - (\% Cl^- \times 100 / 35,453)$

Tabela 4 - Composição das rações experimentais da fase final (35 - 42 dias).

| Ingredientes (%) | Tratamentos | | | |
|--|-------------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Milho | 65,740 | 65,740 | 76,600 | 76,600 |
| Farelo de soja | 26,745 | 26,745 | 17,090 | 17,090 |
| Óleo de soja | 2,450 | 2,450 | 0,300 | 0,300 |
| Fosfato bicálcico | 1,550 | 1,550 | 1,600 | 1,600 |
| Calcário | 0,800 | 0,800 | 0,810 | 0,810 |
| Sal comum | 0,450 | 0,450 | 0,450 | 0,450 |
| DL-Metionina | 0,260 | 0,260 | 0,320 | 0,320 |
| L - lisina HCl 99% | 0,295 | 0,295 | 0,600 | 0,600 |
| L-Treonina | 0,070 | 0,070 | 0,230 | 0,230 |
| L-Triptofano | 0,000 | 0,000 | 0,035 | 0,035 |
| Bicarbonato de sódio | 0,000 | 0,690 | 0,000 | 1,010 |
| Cloreto de potássio | 0,000 | 0,500 | 0,000 | 0,500 |
| Suplemento mineral vitamínico ¹ | 0,400 | 0,400 | 0,400 | 0,400 |
| BHT | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Inerte (areia lavada) | 1,230 | 0,040 | 1,555 | 0,045 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição Calculada² | | | | |
| Energia Metabolizável (kcal/kg) | 3.151 | 3.151 | 3.151 | 3.151 |
| Proteína bruta (%) | 18,03 | 18,03 | 15,03 | 15,03 |
| Lisina digestível (%) | 1,048 | 1,048 | 1,061 | 1,061 |
| Metionina+cistina digestível (%) | 0,768 | 0,768 | 0,756 | 0,756 |
| Treonina digestível (%) | 0,663 | 0,663 | 0,686 | 0,686 |
| Triptofano digestível (%) | 0,192 | 0,192 | 0,173 | 0,173 |
| Cálcio (%) | 0,770 | 0,770 | 0,767 | 0,767 |
| Fósforo disponível (%) | 0,387 | 0,387 | 0,388 | 0,388 |
| Sódio (%) | 0,197 | 0,383 | 0,197 | 0,470 |
| Potássio (%) | 0,673 | 0,935 | 0,527 | 0,789 |
| Cloro (%) | 0,314 | 0,552 | 0,315 | 0,553 |
| BER ³ mEq/kg | 169 | 250 | 131 | 250 |

¹Suplemento mineral-vitamínico - Composição kg de produto: Fe,12.500mg; Cu,15.000mg; Mn,15.000mg; Zn,12.000mg; I, 250mg; Se,35mg; vitamina A, 2.500.000UI; vitamina D3, 500.000UI; vitamina E, 7.000,6mg; vitamina K₃, 500mg; vitamina B₁₂, 4500mg; vitamina B₁, 450mg; vitamina B₂, 2000mg; piridoxina, 400mg; biotina, 30; ácido fólico, 350; ácido pantotênico, 3.000mg; ácido nicotínico, 9.000mg; Colina, 100g; agente anticoccidiano, 125g; antibiótico, 12,5g; BHT, 2,0g; veículo qsp, 1.000g

²Composição calculada segundo ROSTAGNO et al. (2005).

³BER - 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)

As análises estatísticas 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 do Balanço Eletrolítico e da Proteína Bruta da ração foram verificados por meio da análise de variância comparados pelo desdobramento do grau de liberdade e da soma de quadrado dos tratamentos através de contrastes ortogonais (Quadro 1), em nível de 5% de probabilidade, seguindo o modelo estatístico a seguir:

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

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 à cada observação.

Quadro 1 - Descrição dos contrastes ortogonais utilizados na decomposição da soma de quadrados dos tratamentos.

| Contraste | Tratamentos | | | | Finalidade |
|-------------|-------------|----|----|----|------------------------------------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | |
| \hat{C}_1 | +1 | +1 | -1 | -1 | Efeito de PB |
| \hat{C}_2 | +1 | -1 | 0 | 0 | Efeito do BER no maior nível de PB |
| \hat{C}_3 | 0 | 0 | +1 | -1 | Efeito do BER no menor nível de PB |

Resultados e Discussão

Na Tabela 6 encontram-se as médias dos elementos climáticos (temperatura do ar, temperaturas máxima e mínima, umidade relativa, temperatura de globo negro) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) observados durante o período experimental, no interior do galpão.

Tabela 6 - Médias e desvios-padrão dos elementos climáticos observados durante o período experimental.

| Variáveis climáticas | Fases (dias) | | |
|---|--------------|-------------|--------------|
| | 7 a 21 | 22 a 42 | 7 a 42 |
| Temperatura do ar (°C) | 28,5 ± 2,04 | 26,1 ± 3,03 | 27,0 ± 2,92 |
| Temperatura máxima (°C) | 32,8 ± 1,35 | 32,7 ± 3,08 | 32,7 ± 2,51 |
| Temperatura mínima (°C) | 26,0 ± 0,83 | 22,1 ± 2,07 | 23,6 ± 2,66 |
| Umidade relativa (%) | 72,8 ± 7,23 | 72,6 ± 3,2 | 72,7 ± 11,23 |
| Temperatura de globo negro (°C) | 28,8 ± 1,30 | 25,5 ± 3,60 | 26,8 ± 3,32 |
| Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) | 77,9 ± 1,85 | 73,8 ± 4,05 | 75,4 ± 3,93 |

A temperatura do ar obtida e o ITGU calculado durante todo o período experimental indicam que o ambiente térmico atingiu valores críticos que influenciaram negativamente o desempenho das aves. Os resultados do presente trabalho evidenciam ambiente de estresse por calor, visto que a amplitude térmica ocorrida no período experimental de 9,1°C exige das aves maior esforço fisiológico para manutenção de sua homeotermia, podendo levar os animais a acionarem seus mecanismos fisiológicos adaptativos de controle homeostáticos.

De acordo com 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, o ambiente considerado confortável para as aves apresentou temperatura de 26°C e ITGU variando de 69 a 77 e o ambiente considerado quente, apresentou temperatura de 32°C a 36°C e ITGU de 78 a 88. Em um estudo com frangos de corte conduzido por OLIVEIRA et al. (2006), os autores relataram que a temperatura de 25°C caracterizou ambiente de conforto térmico para frangos de 1 a 49 dias de idade, pois atendeu as recomendações da marca comercial estudada e a temperatura do ar de 35°C foi considerada estressante para os animais.

Os resultados do consumo médio de ração, peso médio final, ganho de peso, ganho de peso médio diário, conversão alimentar, conversão calórica e eficiência de utilização de lisina e de nitrogênio de acordo com as fases estudadas, estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7- Resultados de consumo médio de ração (CMR) (g), peso médio final (PMF) (g), ganho de peso (GP) (g), ganho de peso médio diário (GPMD) (g), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC) (kcal/kg), eficiência de utilização de lisina (EUL) (g. GP/g. Lis) e eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) (g. GP/g. N), obtidos em frangos de corte nas fases estudadas e significância dos contrastes ortogonais.

| Fase de 07 a 21 dias | | Variáveis | | | | | | |
|-----------------------|-------|---------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Tratamentos | CR | PF | GP | GPMD | CA | CC | EUL | EUN |
| 1 | 1.304 | 1.102 | 900 | 64.280 | 1,45 | 4.357 | 0,60 | 20,72 |
| 2 | 1.280 | 1.116 | 910 | 65.000 | 1,41 | 4.221 | 0,52 | 21,37 |
| 3 | 1.284 | 1.028 | 820 | 58.570 | 1,56 | 4.655 | 0,69 | 22,64 |
| 4 | 1.302 | 1.060 | 850 | 60.710 | 1,53 | 4.553 | 0,68 | 23,14 |
| CV (%) | 3,8 | 1,6 | 1,9 | 1,9 | 2,9 | 2,9 | 2,8 | 3,0 |
| QM _{resíduo} | 0,246 | 0,304 | 0,274 | 1,403 | 0,183 | 16475 | 0,382 | 0,376 |
| Contraste | | Significância | | | | | | |
| T1+T2-T3-T4 | NS | * | * | * | * | * | * | * |
| T1-T2 | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS |
| T3-T4 | NS | * | * | * | NS | NS | NS | NS |
| Fase de 07 a 42 dias | | Variáveis | | | | | | |
| Tratamentos | CR | PF | GP | GPMD | CA | CC | EUL | EUN |
| 1 | 4.852 | 3.014 | 2.810 | 80.280 | 1,72 | 5.337 | 0,75 | 16,74 |
| 2 | 4.954 | 3.062 | 2.858 | 81.650 | 1,73 | 5.225 | 0,76 | 16,67 |
| 3 | 4.778 | 2.796 | 2.592 | 74.050 | 1,84 | 5.653 | 0,81 | 18,8 |
| 4 | 5.000 | 2.820 | 2.620 | 74.850 | 1,91 | 5.731 | 0,87 | 18,17 |
| CV (%) | 4,9 | 4,4 | 4,7 | 4,7 | 4,5 | 4,0 | 5,05 | 4,8 |
| QM _{resíduo} | 0,597 | 0,162 | 0,166 | 0,428 | 0,673 | 49749 | 0,308 | 0,1 |
| Contraste | | Significância | | | | | | |
| T1+T2-T3-T4 | NS | * | * | NS | * | * | * | * |
| T1-T2 | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS |
| T3-T4 | NS | NS | NS | NS | NS | NS | * | NS |

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

Não foram observadas diferenças (P>0,05) em relação ao consumo de ração nas fases estudadas. Os resultados evidenciam que a redução da proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos, não afetaram negativamente o consumo das aves, da mesma forma que a correção do balanço eletrolítico das rações não promoveu incremento no mesmo. Provavelmente, o ganho genético obtido ao longo destes últimos anos de seleção, pode ter contribuído para o resultado observado no consumo, uma vez que as modernas linhagens comerciais de frangos de corte são consideradas como hiperfágicas. A redução de proteína imposta na formulação não apresentou magnitude tal que influenciasse o consumo. Entretanto, estes resultados vão de encontro aos obtidos com frangos de corte criados em condições de calor, nos quais a correção do balanço eletrolítico da ração apresentou aumento no consumo de ração (BORGES et al. 2003; BORGATTI et al. 2004).

Apesar de o ambiente térmico ser estressante para os animais, pois está fora da zona de conforto térmico, a utilização dos eletrólitos com ajuste do balanço

eletrolítico, não foi suficiente para promover resposta positiva pelos animais no que diz respeito ao consumo de ração. Neste contexto, a suplementação de aminoácidos fornecida, foi suficiente para atender as necessidades das aves.

O balanço eletrolítico das rações não suplementadas com cloreto de potássio ou bicarbonato de sódio, possivelmente, não as caracterizou como rações ácidas, que exigisse das aves maiores ajustes fisiológicos para manutenção de sua homeostase. Resultado semelhante foi encontrado por FISHER DA SILVA et al. (2000), que trabalharam com fontes de sódio e relação sódio:cloro para frangos de corte na fase inicial e não verificaram efeito sobre o consumo de ração.

Por outro lado, VIEITES et al. (2004) observaram maior consumo de ração quando esta foi ajustada para balanço entre 100 e 250 mEq/kg de ração e BORGES et al. (2002) estudaram o efeito de dois níveis de proteína bruta (21 e 23,5%) e de diferentes balanços eletrolíticos (166, 260 e 360 mEq/kg) em rações para frango de corte na fase de 1 a 21 dias de idade, suplementaram com sal (NaCl), bicarbonato de sódio (NaHCO_3), cloreto de potássio (KCl), carbonato de potássio (KHCO_3) e cloreto de amônio (NH_4Cl) para o ajuste do BER e verificaram que não houve interação do nível de proteína bruta com o balanço eletrolítico não afetando, portanto, o consumo de ração, ganho de peso ou conversão alimentar.

A redução da proteína bruta da ração piorou ($P < 0,05$) o peso final das aves, sendo que na fase inicial de crescimento (de 07 a 21 dias) a correção do balanço eletrolítico das rações com menor teor de proteína bruta proporcionou melhora no peso final ($P < 0,05$).

A piora do ganho de peso dos animais ($P < 0,05$) observada com a redução da proteína bruta da ração refletiu na conversão alimentar, que piorou ($P < 0,05$) nas duas fases estudadas.

Estes resultados sugerem cautela quanto à decisão por formulações com menores teores de proteína bruta, mesmo com a suplementação de aminoácidos sintéticos e com correção do balanço eletrolítico, em condições naturais de calor, visto que foi observada uma queda significativa de alguns parâmetros de desempenho dos animais quando se utilizou a redução da PB das rações.

Em condições de desconforto térmico ou em flutuações significativas dos elementos climáticos, acima da zona de termoneutralidade para as aves, a adoção pela redução dos teores de proteína bruta da fórmula pode contribuir para menor disponibilidade de aminoácidos não essenciais às aves, via redução de fontes

carbônicas para biossíntese destes aminoácidos que, neste instante poderiam limitar a síntese protéica celular.

A redução da proteína bruta da ração contribui para o menor incremento calórico nas aves, entretanto, nas condições ambientais naturais de estresse calórico em que foi realizado o experimento, este benefício não ocorreu. Provavelmente, a elevada amplitude térmica nas quais as aves foram submetidas (9,1 °C) pode ter influenciado negativamente a ocorrência destes resultados.

Em um estudo com frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, resultados semelhantes foram observados por FARIA FILHO, (2003) ao estudar rações com teores reduzidos de proteína bruta. O autor concluiu que não houve influência sobre o consumo de ração, porém houve piora no peso corporal, ganho de peso e conversão alimentar dos animais ao se reduzir a PB da ração.

SOUZA et al. (2002) avaliaram o efeito da suplementação de KCl para frangos de corte no verão no período de 28 a 49 dias de idade e não encontraram efeitos significativos da suplementação sobre os mesmos parâmetros estudados. Porém, no estudo conduzido por BORGATTI, et al. (2004) em que trabalharam com diferentes níveis de BER (210, 250, 290, 330) em rações para frangos de corte criados em condições de altas temperaturas nas fases inicial (1-21 dias), de crescimento (22-42 dias) e final (43-49 dias), os autores concluíram que na fase inicial houve aumento linear do ganho de peso com BER de 330 mEq/kg, nas demais fases, não houve diferença sobre a variável estudada.

Conforme foi observado, a magnitude da resposta de desempenho dos animais está intimamente condicionada às condições ambientais. Resultados conclusivos relacionados ao balanço eletrolítico das aves ainda carecem de mais estudos.

A piora na conversão alimentar observada com a redução da proteína bruta da ração pode ter sido o reflexo da menor eficiência de conversão calórica ($P < 0,05$) realizada pelas aves em todas as fases. Sabe-se que os eletrólitos fornecidos pela ração podem funcionar como co-fatores de enzimas ligados à utilização e transferência de energia, melhorando significativamente a conversão calórica.

A redução da proteína bruta da ração piorou a conversão calórica das aves ($P < 0,05$). Este resultado evidencia a menor eficiência de utilização de energia para ganho de peso com a redução da PB, uma vez que as rações eram isoenergéticas

e o consumo de ração não foi influenciado. A ineficiência em controlar o consumo de ração em razão da energia ingerida, observada nas linhagens comerciais modernas, pode ter contribuído para esta resposta. É oportuno ressaltar que em condições naturais de calor, a demanda energética destas linhagens pode sofrer alterações.

O ambiente térmico fora da zona de conforto para as aves, poderá levá-las a sofrerem com o aumento da temperatura, podendo afetar a utilização do conteúdo energético ingerido, na tentativa de manutenção da homeostase corporal, com conseqüente diminuição da eficiência energética. A correção do balanço de eletrólitos na ração não foi eficiente para auxiliar as aves na manutenção de seu equilíbrio energético interno.

Entretanto, a redução da proteína bruta da ração promoveu melhor eficiência de utilização de lisina ($P < 0,05$) e de nitrogênio ($P < 0,05$) para ganho de peso, nas fases estudadas. A suplementação aminoacídica das rações com teor reduzido de proteína bruta contribuiu para o melhor equilíbrio entre estes nutrientes fornecidos aos animais, resultando na maior eficiência de utilização de lisina e de nitrogênio para ganho de peso. Estes resultados evidenciam que a suplementação de aminoácidos realizada foi eficiente, no que tange somente ao metabolismo protéico dos animais. Por outro lado, a suplementação com os eletrólitos, não se mostrou benéfica na condição ambiental estressante na qual foi realizado o experimento.

Apesar de não avaliarem o balanço eletrolítico das rações, CELLA et al. (2001) trabalharam com frangos de corte de 1 a 21 dias em condições de conforto térmico e em condições de altas temperaturas e verificaram que em altas temperaturas os animais apresentaram acentuada redução da eficiência de utilização de lisina para ganho.

Em estudos realizados por FARIA FILHO, et al. (2006), que avaliaram rações com níveis reduzidos de proteína bruta em ambiente termoneutro e em altas temperaturas para frangos de corte de 42 a 49 dias de idade, os autores verificaram que as aves criadas em ambientes de altas temperaturas e com menor nível de proteína bruta da ração, apresentaram pior eficiência de retenção de nitrogênio.

Os resultados sugerem que o ambiente apresenta importante impacto sobre a eficiência de utilização dos nutrientes. Analisando as respostas das aves, de

modo geral, a redução de três pontos percentuais proporcionou piora de desempenho, sendo que o ajuste do BER para 250mEq/kg não foi eficaz para reverter a situação. As condições ambientais podem ter contribuído efetivamente para esta resposta.

O que se pode observar é que os resultados disponíveis na literatura são conflitantes. COSTA et al. (2001) em um experimento para determinação dos níveis protéicos para frangos de corte relataram que o aumento da PB da ração melhorou a conversão alimentar e diminuiu o consumo de ração. SILVA et al. (2006) concluíram que é possível reduzir a proteína bruta da ração sem prejuízos no desempenho dos animais desde que suplementadas com aminoácidos e enzimas. Por outro lado, ARAÚJO et al. (2004) que trabalharam com redução de PB de 22% para 18%, observaram que o desempenho dos animais não foi prejudicado.

Verifica-se a importância do ambiente térmico ao se recomendar a utilização de aminoácidos sintéticos em rações com níveis subótimos de proteína bruta para frangos de corte, com ajuste ou não do balanço eletrolítico. As condições climáticas podem interferir na forma de utilização dos aminoácidos livres no enterócito, resultando em menor disponibilidade destes para a síntese protéica.

Os resultados referentes à porcentagem de umidade da cama e referentes à avaliação por “escore visual” estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Teor de umidade (% de água) e padrão de escore visual (bom, regular ou ruim) da cama de frangos de corte que receberam rações com diferentes teores de proteína bruta e balanço eletrolítico corrigido ou não e significância dos contrastes ortogonais.

| Aos 21 dias de idade dos frangos | |
|---|------------------------------------|
| Tratamentos | Variável |
| | % de umidade |
| 1 | 26 |
| 2 | 42 |
| 3 | 22 |
| 4 | 36 |
| CV | 14,2 |
| QM _{resíduo} | 37,43 |
| Contraste | Significância |
| T1+T2-T3-T4 | * |
| T1-T2 | * |
| T3-T4 | * |
| Aos 42 dias de idade dos frangos | |
| Tratamentos | Variável |
| | % de umidade |
| 1 | 35 |
| 2 | 55 |
| 3 | 33 |
| 4 | 52 |
| CV | 13,6 |
| QM _{resíduo} | 20,62 |
| Contraste | Significância |
| T1+T2-T3-T4 | NS |
| T1-T2 | * |
| T3-T4 | * |
| Tratamentos | “Escore visual” aos 42 dias |
| 1 | Bom |
| 2 | Ruim |
| 3 | Bom |
| 4 | Ruim |

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

A correção do balanço eletrolítico da ração proporcionou aumento (P<0,05) da umidade da cama dos frangos nas fases estudadas. A alteração da osmolaridade do líquido extracelular induzida pela utilização dos sais estimulou a liberação do hormônio antidiurético (ADH), levando as aves a ingerirem maior quantidade de água para manutenção da homeostase orgânica.

Estes resultados estão semelhantes aos obtidos por BORGES, et al. (2002) que concluíram que a umidade da cama e o consumo de água estão intimamente relacionados com a suplementação de NaHCO₃ e KCl. Segundo os autores, esta poderia ser uma vantagem do uso destes sais, em condições de calor, por estimular a ingestão de água pelas aves, que é um meio auxiliar na dissipação de calor corporal extra.

Em outro estudo, BORGES et al. (1999) avaliaram o efeito do balanço eletrolítico em ração pré-inicial (01-07 dias) para pintos de corte no verão sobre o consumo de água e umidade da cama e observaram maior umidade da cama

influenciada pela maior relação eletrolítica. As aves alimentadas com rações contendo BER de 360 mEq/kg tiveram cama mais úmida. Segundo os autores, isto decorreu do aumento da sede em razão da ingestão de Na, um dos fatores que aumentam a resistência osmótica do sangue e que atua no controle do consumo de água.

Apesar de, no período total de criação (07 a 42 dias), os teores de proteína bruta da ração não terem afetado ($P > 0,05$) a umidade da cama, o uso de eletrólitos da ração promoveu aumento ($P < 0,05$) na umidade da cama das aves. A maior ingestão de água pode ter contribuído para tal resultado.

Resultados semelhantes foram obtidos por VIEITES et al. (2004) que trabalharam com balanço eletrolítico e seqüências protéicas para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, obtendo maiores teores de matéria seca na cama de frangos em que o BER situava-se entre 138 e 147 mEq/kg e seqüências protéicas de 20-20% e 23-20%. OLIVEIRA, et al. (2003) também observaram aumento linear da umidade da cama à medida que aumentaram o BER com utilização de bicarbonato de sódio, segundo os autores, devido ao aumento de sódio das rações.

Por outro lado, SOUZA, et al. (2004) trabalhando com frangos de corte no verão, suplementaram rações com cloreto de potássio e não verificaram alteração na ingestão de água ou nos teores de matéria seca à medida que se aumentou os teores de potássio nas formulações.

Em relação à avaliação por “escore visual”, nos tratamentos suplementados com eletrólitos, a cama ficou excessivamente compactada, sendo classificada como “ruim” não estando propícia à reutilização. É oportuno ressaltar que uma cama úmida seria imprópria à reutilização, podendo comprometer o desempenho do próximo lote, principalmente em condições ambientais de alta temperatura e umidade dentro do galpão.

Nestas condições de cama, os principais fatores negativos estariam relacionados à produção de amônia, que poderia ocasionar irritação de mucosas dos olhos e do trato respiratório, predispondo a ave às doenças respiratórias e a compactação do material ocasionaria lesões nos pés e pernas que condenariam as carcaças de frangos. Porém, no experimento, não se verificou lesões visíveis nos animais.

Semelhantemente, em um estudo conduzido por FISHER da SILVA et al. (2000) utilizando avaliação por “escore visual”, os autores concluíram que a umidade da cama foi influenciada pela fonte e teor de sódio na ração. Quando utilizaram maiores teores de sal comum (NaCl) em associação com NaHCO_3 , ocorreu emplastamento da cama, não comprometendo, entretanto, o sistema locomotor das aves. De acordo com TRALDI et al. (2004), o teor de umidade tem grande influência sobre a incidência e severidade das lesões na carcaça de frangos.

Conclusões

A redução de três pontos percentuais da proteína bruta da ração com ajuste ou não do balanço eletrolítico proporcionou piora no desempenho de frangos de corte criados em condições naturais de calor.

O uso de bicarbonato de sódio e cloreto de potássio para ajuste do balanço eletrolítico da ração em 250 mEq/kg, piorou a qualidade final da cama de frango de corte, tornando-a imprópria à reutilização.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA O.M.; ARAÚJO C.S.S. Redução do nível protéico da dieta, através da formulação baseada em aminoácidos digestíveis. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n 4, p.1197-1201, 2004.

BORGATTI, L.M.O.; ALBUQUERQUE, R.; MEISTER, N.C. et al. Performance of broilers fed diets with different dietary electrolyte balance under summer conditions, **Brasilian Journal of Poultry Science**, v.6, n.3, 2004.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; FISHER DA SILVA, A.V. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.975-981, 2003.

BORGES, A. S.; LAURENTIZ, A. C.; ARAÚJO, L.F. et al. Efeito da Proteína Bruta e de Diferentes Balanços Eletrolíticos das Dietas Sobre o Desempenho de Frangos no Período Inicial. **Brasilian Journal of Poultry Science**, v.4, n.2, p. 155-161, 2002 a.

BORGES, S.A.; SALVADOR, D.; FISCHER DA SILVA, A. V. et al. Consumo de água em frangos de corte suplementados com bicarbonato de sódio ou cloreto de potássio na ração. **Tuiuti: ciência e cultura**, n. 31, FACIAG 02, p. 89-96, 2002 b.

BORGES, S.A.; ARIKI, J.; SANTIN, E. et al. Balanço eletrolítico em dieta pré-inicial de frangos de corte durante o verão. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. V.1, N.3 P175-179, 1999.

BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; et al. Black globe-humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.

CELLA, P.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R. F. M. et al. Níveis de Lisina Mantendo a Relação Aminoacídica para Frangos de Corte no Período de 1 a 21 Dias de Idade, em Diferentes Ambientes Térmicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30(2), p.433-439, 2001.

COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F.T. et al. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.5, p.1498-1505, 2001.

FARIA FILHO, D.E. Efeito de dietas com baixo teor proteico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte criados em temperaturas fria, termoneutra e quente. 2003 dissertação-(Mestrado em Zootecnia). FCAV-UNESP Jaboticabal, SP, 2003.

FARIA FILHO, D.E.; ROSA, P.S.; FIGUEIREDO, D.F. et al. Dietas de baixa proteína no desempenho de frango criados em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p. 101-106, 2006.

FISCHER DA SILVA, A.V.; FLEMING, J.S.; BORGES, S.B.; Fontes de sódio e relação sódio: cloro para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n.1, 2000.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F.C. DA; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Revista Engenharia na Agricultura** v.13 n. 4, 277-286, 2005.

MONGIN P. Recent advances in dietary ânion-cátion balance: applications in poultry. **Proceedings Nutrition Society**, v. 40, p.285 - 294, 1981.

OLIVEIRA, E. C. de; MURAKAMI A. E; FRANCO J. R. G. et al. Efeito do balanço eletrolítico e subprodutos avícolas no desempenho de frangos de corte na fase inicial (1-21 dias de idade). **Acta Scientiarum Animal Sciences** , v. 25, n. 2, p. 293-299, 2003

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.

PATIENCE, JF. A review of the role of acid-base balance in amino acid nutrition. **Journal of Animal Science**. v. 68 p.398-408, 1990.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves**: Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2ª edição, 2005. 186p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de Alimentos - Métodos Químicos e Biológicos. 3. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2002. 235p.

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS R.T.F. et al. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.840-848, 2006.

SOUZA, B. B.; BERTECHINI, A, G.; SANTOS, C.D. et al. Balanço de potássio e desempenho de frangos de corte suplementados com KCl no verão. **Ciência Agrotécnica de Lavras**, V. 28, N.5, P. 1160-1168, 2004.

SOUZA, B.B.; BERTECHINI, A, G.; TEIXEIRA, A.S. et al. Efeito da suplementação de cloreto de potássio na dieta sobre o equilíbrio ácido básico e o desempenho de frangos de corte no verão. **Ciência Agrotécnica de Lavras**, v. 26, n.6, p. 1297-1304, 2002.

TRALDI, A. B.; OLIVEIRA, M.C.; GRAVENA, R.A. et al. Avaliação das características da cama reutilizada e das lesões de peito, joelho e coxim plantar em frango de corte consumindo ração com probiótico. **Arquivos do Instituto de Biologia**, São Paulo, v.71, (supl.), p. 1-749, 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SAEG**. Sistema para análises estatísticas e genéticas. Versão 9.0. Viçosa, MG: UFV, 2005. CD-ROM

VIEITES, F.M.; MORAES, G.H.K. ; ALBINO, L.F.T. et al. Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre o desempenho de pinto de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.33, n.6, p.2076-2085, 2004.

3.2. Efeito do Balanço eletrolítico e da redução da proteína bruta da ração sobre parâmetros fisiológicos e sanguíneos de frangos de corte criados em condições naturais de estresse calórico.

Palavras chave: eletrólitos, homeostase, sangue.

Resumo: Um experimento foi conduzido no setor de avicultura da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF em Campos dos Goytacazes, RJ. Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação de eletrólitos utilizando o bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e cloreto de potássio (KCl) na ração sobre a frequência respiratória, temperatura cloacal e 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 suplementada com eletrólitos para BER de 250mEq/kg); T3 (ração com redução de proteína bruta -PB- sem suplementação de eletrólitos); T4 (ração com redução de PB suplementada com eletrólitos para BER de 250 mEq/kg). Foram observadas semanalmente, temperatura cloacal e frequência respiratória de quatro aves por unidade experimental. E a cada mudança de fase foram retirados três mL de sangue de três aves por unidade experimental para análise das concentrações de sódio, potássio, cloreto e ácido úrico no soro sanguíneo das aves. As condições ambientais evidenciaram que os animais estavam em estresse por calor. As aves que receberam rações com correção do balanço eletrolítico apresentaram menores valores ($P < 0,05$) de frequência respiratória nas fases estudadas, assim como de temperatura cloacal, na fase de 7 a 21 dias. Porém, 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. Em relação às concentrações de potássio, cloreto e ácido úrico, não foram observadas diferenças estatísticas ($P > 0,05$) sobre as concentrações nos tratamentos estudados. A suplementação com eletrólitos melhorou a homeostase orgânica de frangos de corte mantidos em condições naturais de estresse por calor.

Effect of electrolyte balance and reduction of crude protein in diets under physiologic and blood parameters of broiler chickens raised in natural heat conditions.

Key words: electrolytes, homeostasis, blood.

Abstract: One experiment was carried out in the Poultry Sector of Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF. The objective was to evaluate the effect of diets supplemented with electrolytes using Sodium Bicarbonate (NaHCO_3) and potassium chloride (KCl) in the diet electrolyte balance (DEB) adjustment with low protein on the respiratory frequency, cloacal temperature, and concentrations of Na^+ , K^+ , Cl^- and uric acid of broiler chickens under natural conditions of heat stress. Eight hundred male broiler chickens Cobb were allocated in 20 boxes, distributed in a randomized completely block design with four treatments and five replicates of forty birds per experimental unit. The treatments were: T1- basal diet; T2- diet without reduction of CP and supplemented with electrolytes until $\text{DEB} = 250 \text{ mEq/kg}$; T3- diet with reduction of CP and without supplemented electrolytes; T4- diet with reduction of CP and supplemented with electrolytes until $\text{DEB} = 250 \text{ mEq/kg}$. We observed the cloacal temperature and respiratory frequency of four birds per experimental unit weekly and samples of three mL of blood of the three birds per experimental unit were collected each change phase for analysis of concentrations of Na^+ , K^+ , Cl^- and uric acid in the serum of blood. The thermal environment was not favorable during the experimental period. The birds that received diets with correction of electrolyte balance presented low values ($P < 0,05$) of the respiratory frequency in the phases studied as well as in the cloacal temperature in the phase of 07 to 21 days. But not affected ($P > 0,05$) the results of cloacal temperature in the total period. The reduction of crude protein decreased ($P < 0,05$) the concentration of sodium in the serum. At 42 days not influenced ($P > 0,05$) the utilization of electrolyte in the concentration of sodium. In relation to concentration of potassium, chloride and uric acid were not observed statistical differences ($P > 0,05$) about the concentrations in treatments studied. The supplementation with electrolytes improved the organic homeostasis of the broiler chickens kept in natural heat stress condition.

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 alta qualidade a baixo custo. O melhoramento genético e a nutrição adequada contribuíram marcadamente para se alcançar estes resultados. Porém, as condições ambientais, representadas por elementos climáticos como temperatura, umidade, radiação e vento, quando fora dos padrões ideais, podem limitar a expressão do potencial genético para produção. Em condições de estresse calórico, as aves tendem a aumentar sua frequência respiratória, resultando na dissipação excessiva de dióxido de carbono, que pode causar desequilíbrio metabólico. O aumento da frequência respiratória seria uma maneira de compensar a condição ambiental adversa e o desequilíbrio metabólico seria uma consequência desta compensação.

Uma maneira usada para minimizar os problemas decorrentes do estresse por calor é a utilização de eletrólitos, incorporando-se cátions e ânions à ração. É importante adequar a proporção ideal entre eles, no sentido de obter o máximo desempenho zootécnico dos animais. Pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de estudar o balanço eletrolítico das rações (BER), seus reflexos no desempenho animal e sua relação com alterações metabólicas que possam levar à queda de produção ou até mesmo a patologias relacionadas (SILVA, 2006).

O sódio (Na^+), o potássio (K^+) e o cloro (Cl^-) são eletrólitos essenciais à manutenção da pressão osmótica, controle da passagem de nutrientes pela membrana celular, equilíbrio acidobásico e no metabolismo da água. Estes elementos estão distribuídos nos fluidos e tecidos moles do organismo, exercendo conjuntamente com íons fosfato e bicarbonato, todo controle homeostático orgânico (BERTECHINI, 2006). Apesar de as aves os exigirem em quantidades mínimas em sua alimentação para satisfazer suas necessidades nutricionais, é importante que a proporção entre eles seja adequada (BORGES et al., 2002).

O equilíbrio eletrolítico da ração, também chamado de balanço dietético acidobásico ou ainda equilíbrio cátion-aniônico, refere-se ao balanço entre as 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).

De acordo com PATIENCE (1990), o balanço eletrolítico da ração pode ser calculado pelo uso da seguinte fórmula:

$$\text{BER} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) - (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{HPO}_4^- + 2\text{PO}_4^{2-})$$

A absorção de sódio, potássio e cloro, comumente excede 90% e estes são os principais íons envolvidos nos processos metabólicos. Os demais, embora importantes para o metabolismo, apresentam absorção inferior e amplamente variável. Assim, adota-se uma fórmula mais simples:

$$\text{BER} = \text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$$

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

O sangue serve como meio de transporte de nutrientes do trato digestório e oxigênio para as células, ajudam a regular a temperatura corporal e mantém constante a concentração de água e eletrólitos nas células. Em seus constituintes celulares estão presentes água e eletrólitos. No plasma sanguíneo estão suspensas células do sangue (eritrócitos leucócitos e trombócitos), o soro é obtido a partir da coagulação sanguínea mediante a retração do coágulo. O soro é semelhante ao plasma sem o fibrinogênio e outros fatores de coagulação (SWENSON, 1996).

Segundo BORGES et al. (2003), o sistema sangüíneo é sensível às mudanças de temperatura e se constitui em um importante indicador das respostas fisiológicas da ave a agentes estressores. Alterações quantitativas e morfológicas nas células sangüíneas 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 sódio, potássio e cloro.

Objetivou-se estudar os efeitos da suplementação de eletrólitos em rações com diferentes teores de proteína bruta 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 - CCTA/UENF em Campos dos Goytacazes - RJ. Foram utilizados 800 pintos de corte machos da linhagem cobb, vacinados no incubatório contra marek e boubá, alojados em galpão de alvenaria com telha de fibrocimento, pé direito de 2,70 metros e aberturas laterais de ventilação. O galpão experimental continha 20 boxes com dimensões de 1,80 x 2,80 m. O piso foi recoberto com maravalha e cada boxe era composto por um comedouro e um bebedouro, de acordo com a idade das aves. Foram utilizados: comedouro tipo linear (0 - 5 dias); tipo tubular infantil (6 - 21 dias) e tipo tubular (22 - 42 dias); bebedouro tipo pressão (0 - 14 dias) e bebedouro pendular (15 - 42 dias). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos, cinco repetições e 40 aves por unidade experimental.

A ração e água foram fornecidas à vontade e o aquecimento, realizado por campânulas metálicas providas de lâmpada de 200 watts, atendendo às recomendações ambientais descritas no manual da linhagem estudada. Os animais receberam apenas luz natural durante todo período experimental.

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 obter o peso médio inicial de $203,5 \pm 0,9\text{g}$ 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 foram formuladas com base na composição química dos ingredientes e 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 sintéticos para o atendimento da relação dos aminoácidos na proporção recomendada por ROSTAGNO et al. (2005). Para o ajuste do balanço eletrolítico, foram adicionadas 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 o peso molecular de cada elemento químico.

Os tratamentos consistiram em:

T1 - Ração sem redução de PB, sem suplementação com eletrólitos;

T2 - Ração sem redução de PB, suplementada com eletrólitos com ajuste do BER para 250mEq/kg;

T3 - Ração com redução de PB, sem suplementação de eletrólitos;

T4 - Ração com redução de PB, suplementada com eletrólitos com ajuste do BER para 250 mEq/kg.

As condições ambientais do galpão foram monitoradas duas vezes ao dia em horários predeterminados (7:30h e 16:30h), com auxílio de um termohigrômetro digital da marca instrutherm modelo HT 200 (temperatura de máxima e mínima, bulbo seco e bulbo úmido), termômetro de globo negro e de um anemômetro digital marca instrutherm modelo AD250, mantidos em um boxe no centro do galpão à meia altura das aves. As medidas meteorológicas foram utilizadas para calcular o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), caracterizando 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 minuto. 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, que ocorreu aos 21 e 42 dias de idade das aves, foram coletados 3 mL de sangue da membrana da asa de três aves por unidade experimental para a avaliação dos parâmetros sanguíneos e determinação da concentração de eletrólitos. Após a coleta, o sangue foi acondicionado em tubos vacutainer com gel separador, deixando descansar por aproximadamente cinco minutos para a obtenção do soro. As amostras foram devidamente identificadas, centrifugadas por cinco minutos a 3.200 rotações por minuto. Os soros obtidos sem hemólise foi utilizado para a dosagem dos eletrólitos e ácido úrico, analisados em até 24 horas após coleta. Para as análises de sódio e potássio 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 (UV) visível da marca microlab[®] 200, seguindo metodologia proposta pelos respectivos fabricantes.

Tabela 1: Composição centesimal da ração pré-inicial.

| Ingredientes | Composição centesimal |
|--|------------------------------|
| Milho | 58,140 |
| Farelo de soja | 36,350 |
| Óleo de soja | 0,510 |
| Fosfato bicálcico | 1,950 |
| Calcário calcítico | 0,930 |
| Sal comum | 0,520 |
| DL-Metionina | 0,370 |
| L - Lisina HCl 99% | 0,450 |
| L-Treonina | 0,170 |
| Suplemento mineral vitamínico ¹ | 0,600 |
| BHT | 0,010 |
| Total | 100,000 |
| Composição² | |
| Energia Metabolizável (kcal/kg) | 2.950 |
| Proteína bruta (%) | 22,04 |
| Lisina digestível(%) | 1,331 |
| Metionina+Cistina digestível (%) | 0,944 |
| Treonina digestível (%) | 0,865 |
| Triptofano digestível (%) | 0,213 |
| Cálcio (%) | 0,939 |
| Fósforo disponível (%) | 0,470 |
| Sódio (%) | 0,223 |
| Potássio (%) | 0,593 |
| Cloro (%) | 0,200 |
| BER mEq/kg ³ | 209 |

¹Suplemento mineral-vitamínico - Composição kg de produto: Fe, 10.330mg; Cu, 12.500mg; Mn, 12.500mg; Zn,10.000mg; I, 200mg; Se, 30mg; vitamina A, 2.000.000UI; vitamina D₃, 375.000UI; vitamina E, 6.666,6mg; vitamina K₃, 500mg; vitamina B₁₂, 4000mg; vitamina B₁, 400mg; vitamina B₂, 2000mg; piridoxina, 333mg; biotina, 30; ácido fólico, 300; ácido pantotênico, 2.500mg; ácido nicotínico, 7.000mg; Colina, 108,3g; agente anticoccidiano, 8,33g; antibiótico, 8,33g; BHT, 2,0g ; veículo qsp, 1.000g

²Calculada segundo ROSTAGNO et al. (2005).

³BER - Balanço eletrolítico da ração, calculado conforme MONGIN (1981), em que: BER = (% Na⁺ x 100/22,990) + (% K⁺x100/ 39,102)-(%Cl⁻x 100/35,453).

Tabela 2 - Composição centesimal das rações experimentais na fase inicial (7 - 21 dias).

| Ingredientes (%) | Tratamentos | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Milho | 58,328 | 58,328 | 67,875 | 67,875 |
| Farelo de soja | 34,455 | 34,455 | 25,200 | 25,200 |
| Óleo de soja | 1,720 | 1,720 | 0,100 | 0,100 |
| Fosfato bicálcico | 1,810 | 1,810 | 1,850 | 1,850 |
| Calcário | 0,900 | 0,900 | 0,920 | 0,920 |
| Sal comum | 0,492 | 0,492 | 0,492 | 0,492 |
| DL-Metionina | 0,245 | 0,245 | 0,320 | 0,320 |
| L – Lisina HCl 99% | 0,190 | 0,190 | 0,465 | 0,465 |
| L-Treonina | 0,050 | 0,050 | 0,180 | 0,180 |
| Bicarbonato de sódio | 0,000 | 0,430 | 0,000 | 0,740 |
| Cloreto de potássio | 0,000 | 0,500 | 0,000 | 0,500 |
| Suplemento mineral-vitamínico | 0,600 | 0,600 | 0,600 | 0,600 |
| BHT | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Inerte (Areia Lavada) | 1,200 | 0,270 | 1,988 | 0,748 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição calculada² | | | | |
| Energia Metabolizável (kcal/kg) | 3.000 | 3.000 | 3.000 | 3.000 |
| Proteína Bruta (%) | 20,79 | 20,79 | 17,79 | 17,79 |
| Lisina digestível (%) | 1,148 | 1,148 | 1,146 | 1,146 |
| Met+Cis digestível (%) | 0,815 | 0,815 | 0,817 | 0,817 |
| Treonina digestível (%) | 0,745 | 0,745 | 0,745 | 0,745 |
| Triptofano digestível (%) | 0,233 | 0,233 | 0,184 | 0,184 |
| Cálcio (%) | 0,889 | 0,889 | 0,828 | 0,828 |
| Fósforo disponível (%) | 0,443 | 0,443 | 0,442 | 0,442 |
| Sódio (%) | 0,214 | 0,330 | 0,214 | 0,413 |
| Potássio (%) | 0,793 | 1,055 | 0,651 | 0,913 |
| Cloro (%) | 0,339 | 0,577 | 0,340 | 0,578 |
| BER ³ mEq/kg | 200 | 250 | 163 | 250 |

¹Suplemento mineral-vitamínico - Composição kg de produto: Fe, 10.330mg; Cu, 12.500mg; Mn, 12.500mg; Zn,10.000mg; I, 200mg; Se,30mg; vitamina A, 2.000.000UI; vitamina D₃, 375.000UI; vitamina E, 6.666,6mg; vitamina K₃, 500mg; vitamina B₁₂, 4000mg; vitamina B₁, 400mg; vitamina B₂, 2000mg; piridoxina, 333mg; biotina, 30; ácido fólico, 300; ácido pantotênico, 2.500mg; ácido nicotínico, 7.000mg; Colina, 108,3g; agente anticoccidiano, 8,33g; antibiótico, 8,33g; BHT, 2.0g; veículo qsp, 1.000g.

² Composição calculada segundo ROSTAGNO et al. (2005).

³ BER - 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).

Tabela 3 - Composição centesimal das rações experimentais da fase de crescimento (22 - 34 dias).

| Ingredientes (%) | Tratamentos | | | |
|--|-------------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Milho | 60,518 | 60,518 | 71,978 | 71,978 |
| Farelo de soja | 30,965 | 30,965 | 21,200 | 21,200 |
| Óleo de soja | 2,900 | 2,900 | 0,540 | 0,540 |
| Fosfato bicálcico | 1,800 | 1,800 | 1,750 | 1,750 |
| Calcário | 0,830 | 0,830 | 0,850 | 0,850 |
| Sal comum | 0,471 | 0,471 | 0,471 | 0,471 |
| DL-Metionina | 0,245 | 0,245 | 0,315 | 0,315 |
| L - Lisina HCl 99% | 0,206 | 0,206 | 0,515 | 0,515 |
| L-Treonina | 0,055 | 0,055 | 0,220 | 0,220 |
| L-Triptofano | 0,000 | 0,000 | 0,021 | 0,021 |
| Bicarbonato de sódio | 0,000 | 0,555 | 0,000 | 0,875 |
| Cloreto de potássio | 0,000 | 0,500 | 0,000 | 0,500 |
| Suplemento mineral vitamínico ¹ | 0,400 | 0,400 | 0,400 | 0,050 |
| BHT | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Inerte (areia lavada) | 1,600 | 0,545 | 1,730 | 0,355 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição Calculada² | | | | |
| Energia Metabolizável (kcal/kg) | 3,100 | 3,100 | 3,100 | 3,100 |
| Proteína bruta (%) | 19,41 | 19,41 | 16,41 | 16,41 |
| Lisina digestível (%) | 1,076 | 1,076 | 1,090 | 1,090 |
| Met+Cis digestível (%) | 0,783 | 0,783 | 0,781 | 0,781 |
| Treonina digestível (%) | 0,697 | 0,697 | 0,697 | 0,697 |
| Triptofano digestível (%) | 0,214 | 0,214 | 0,182 | 0,182 |
| Cálcio (%) | 0,828 | 0,828 | 0,828 | 0,828 |
| Fósforo disponível (%) | 0,411 | 0,411 | 0,411 | 0,411 |
| Sódio (%) | 0,205 | 0,355 | 0,205 | 0,441 |
| Potássio (%) | 0,736 | 0,998 | 0,589 | 0,851 |
| Cloro (%) | 0,326 | 0,564 | 0,327 | 0,565 |
| BER ³ mEq/kg | 185 | 250 | 147 | 250 |

¹Suplemento mineral-vitamínico - Composição kg de produto: Fe,12.500mg; Cu,15.000;mg; Mn,15.000mg; Zn,12.000mg; I, 250mg; Se,35mg; vitamina A, 2.500.000UI; vitamina D3, 500.000UI; vitamina E, 7.000,6mg; vitamina K₃, 500mg; vitamina B₁₂, 4500mg; vitamina B₁, 450mg; vitamina B₂, 2000mg; piridoxina, 400mg; biotina, 30; ácido fólico, 350; ácido pantotênico, 3.000mg; ácido nicotínico, 9.000mg; Colina, 100g; agente anticoccidiano, 125g; antibiótico, 12,5g; BHT, 2,0g; veículo qsp, 1.000g

²Composição calculada segundo ROSTAGNO et al. (2005).

³BER - 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).

Tabela 4 - Composição das rações experimentais da fase final (35 - 42 dias).

| Ingredientes (%) | Tratamentos | | | |
|--|-------------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Milho | 65,740 | 65,740 | 76,600 | 76,600 |
| Farelo de soja | 26,745 | 26,745 | 17,090 | 17,090 |
| Óleo de soja | 2,450 | 2,450 | 0,300 | 0,300 |
| Fosfato bicálcico | 1,550 | 1,550 | 1,600 | 1,600 |
| Calcário | 0,800 | 0,800 | 0,810 | 0,810 |
| Sal comum | 0,450 | 0,450 | 0,450 | 0,450 |
| DL-Metionina | 0,260 | 0,260 | 0,320 | 0,320 |
| L- Lisina HCl 99% | 0,295 | 0,295 | 0,600 | 0,600 |
| L-Treonina | 0,070 | 0,070 | 0,230 | 0,230 |
| L-Triptofano | 0,000 | 0,000 | 0,035 | 0,035 |
| Bicarbonato de sódio | 0,000 | 0,690 | 0,000 | 1,010 |
| Cloreto de potássio | 0,000 | 0,500 | 0,000 | 0,500 |
| Suplemento mineral vitamínico ¹ | 0,400 | 0,400 | 0,400 | 0,400 |
| BHT | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Inerte (areia lavada) | 1,230 | 0,040 | 1,555 | 0,045 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição Calculada² | | | | |
| Energia Metabolizável (kcal/kg) | 3,151 | 3,151 | 3,151 | 3,151 |
| Proteína bruta (%) | 18,03 | 18,03 | 15,03 | 15,03 |
| Lisina digestível (%) | 1,048 | 1,048 | 1,061 | 1,061 |
| Met+Cis digestível (%) | 0,768 | 0,768 | 0,756 | 0,756 |
| Treonina digestível (%) | 0,663 | 0,663 | 0,686 | 0,686 |
| Triptofano digestível (%) | 0,192 | 0,192 | 0,173 | 0,173 |
| Cálcio (%) | 0,770 | 0,770 | 0,767 | 0,767 |
| Fósforo disponível (%) | 0,387 | 0,387 | 0,388 | 0,388 |
| Sódio (%) | 0,197 | 0,383 | 0,197 | 0,470 |
| Potássio (%) | 0,673 | 0,935 | 0,527 | 0,789 |
| Cloro (%) | 0,314 | 0,552 | 0,315 | 0,553 |
| BER ³ mEq/kg | 169 | 250 | 131 | 250 |

¹Suplemento mineral-vitamínico - Composição kg de produto: Fe,12.500mg; Cu,15.000; mg; Mn,15.000mg; Zn,12.000mg; I, 250mg; Se,35mg; Vitamina A, 2.500.000UI; vitamina D₃, 500.000UI; vitamina E, 7.000,6mg; vitamina K₃, 500mg; vitamina B₁₂, 4500mg; vitamina B₁, 450mg; vitamina B₂, 2000mg; piridoxina, 400mg; biotina, 30; ácido fólico, 350; ácido pantotênico, 3.000mg; ácido nicotínico, 9.000mg; Colina, 100g; agente anticoccidiano, 125g; antibiótico, 12,5g; BHT, 2.0g; veículo qsp, 1.000g

² Composição calculada segundo ROSTAGNO et al. (2005).

³ BER - 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)

As análises estatísticas dos dados de parâmetros fisiológicos (frequência respiratória e temperatura cloacal) e de parâmetros 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:

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

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 à cada observação.

Quadro 1 - Descrição dos contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma dos quadrados dos tratamentos.

| Contraste | Tratamentos | | | | Finalidade |
|-------------|-------------|----|----|----|------------------------------------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | |
| \hat{C}_1 | +1 | +1 | -1 | -1 | Efeito de PB |
| \hat{C}_2 | +1 | -1 | 0 | 0 | Efeito do BER no maior nível de PB |
| \hat{C}_3 | 0 | 0 | +1 | -1 | Efeito do BER no menor nível de PB |

Resultados e Discussão

Na tabela 5 encontram-se as médias de temperatura do ar, temperaturas máxima e mínima, umidade relativa do ar e temperatura de globo negro e os valores calculados de índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) registrados durante o período experimental no interior do galpão.

Tabela 5 - 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.

| Variáveis climáticas | Fases (dias) | | |
|---------------------------------|--------------|-------------|--------------|
| | 7 a 21 | 22 a 42 | 7 a 42 |
| Temperatura do ar (°C) | 28,5 ± 2,04 | 26,1 ± 3,03 | 27,0 ± 2,92 |
| Temperatura máxima (°C) | 32,8 ± 1,35 | 32,7 ± 3,08 | 32,7 ± 2,51 |
| Temperatura mínima (°C) | 26,0 ± 0,83 | 22,1 ± 2,07 | 23,6 ± 2,66 |
| Umidade relativa (%) | 72,8 ± 7,23 | 72,6 ± 3,2 | 72,7 ± 11,23 |
| Temperatura de globo negro (°C) | 28,8 ± 1,30 | 25,5 ± 3,60 | 26,8 ± 3,32 |
| ITGU | 77,9 ± 1,85 | 73,8 ± 4,05 | 75,4 ± 3,93 |

Durante as fases estudadas, as variáveis ambientais não caracterizaram máximo conforto aos animais, tornando o ambiente no interior do galpão desfavorável à expressão do potencial genético de desenvolvimento e dos mesmos. Neste 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 esta condição ambiental, além da amplitude térmica de 9,1°C ocorrida no período experimental, que comprova que os animais estavam realmente em estresse por calor.

A caracterização ambiental descrita acima 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 1 a 49 dias de idade e 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 variando 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.

Os resultados referentes aos parâmetros fisiológicos estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Resultados médios de parâmetros fisiológicos, frequência respiratória (FR) (mov/minuto) e temperatura cloacal (TC) (C°), dos frangos de corte, nas fases de 07 a 21 e de 07 a 42 dias recebendo rações com diferentes teores de proteína bruta e balanços eletrolíticos e significância dos contrastes ortogonais.

| Fase de 07 a 21 dias | | Variáveis | |
|-----------------------|-------------------------|---------------------|--|
| Tratamentos | Frequência respiratória | Temperatura cloacal | |
| 1 | 66 | 41 | |
| 2 | 58 | 40 | |
| 3 | 75 | 41 | |
| 4 | 63 | 40 | |
| CV | 10,0 | 0,78 | |
| QM _{resíduo} | 43,804 | 0,104 | |
| Contraste | | Significância | |
| T1+T2-T3-T4 | * | NS | |
| T1-T2 | NS | * | |
| T3-T4 | * | NS | |
| Fase de 07 a 42 dias | | Variáveis | |
| Tratamentos | Frequência respiratória | Temperatura cloacal | |
| 1 | 53 | 41 | |
| 2 | 47 | 40 | |
| 3 | 58 | 41 | |
| 4 | 49 | 41 | |
| CV | 7,07 | 0,34 | |
| QM _{resíduo} | 13,680 | 0,366 | |
| Contraste | | Significância | |
| 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).

De maneira geral, a redução da proteína bruta da ração não promoveu benefícios às aves quanto aos parâmetros fisiológicos avaliados. A variabilidade dos dados obtidos contribuiu para este resultado. A resposta evidente, mostrada pelas aves, está relacionada à utilização de eletrólitos na ração que promoveu redução (P<0,05) da frequência respiratória. Esta resposta dos animais contribuiu para a manutenção da homeotermia, que pode ser verificada pela não variação (P>0,05) dos resultados de temperatura cloacal das aves, na fase de 07 a 42 dias, apesar de

na fase de 7 a 21 dias a suplementação com os eletrólitos ter diminuído a temperatura cloacal ($P < 0,05$).

Estes resultados demonstraram que o ajuste do BER, através da suplementação com os sais bicarbonato de sódio e cloreto de potássio pode ter auxiliado os animais na manutenção do equilíbrio acidobásico do meio interno mesmo em condições naturais de estresse por calor.

Neste 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. Com a redução freqüência respiratória, ocorreu menor dissipação de CO_2 para o meio, evitando a ocorrência de distúrbios metabólicos como o quadro de alcalose respiratória, por exemplo. A magnitude desta resposta, entretanto, é altamente dependente das condições ambientais.

Assim como na freqüência respiratória, o ajuste dos eletrólitos da ração promoveu melhores condições orgânicas dos animais, também em relação à temperatura cloacal, exigindo menor ajuste fisiológico para manutenção de sua homeostase, o que refletiu em maior facilidade de manutenção da homeotermia, mesmo recebendo rações com diferentes teores de proteína bruta.

A correção do balanço eletrolítico se mostrou como ferramenta eficaz diante dos benefícios fisiológicos evidenciados mesmo em ambiente de condições naturais estresse por calor. Como apresentado por SOUZA (2007), a freqüência respiratória e a temperatura retal são as melhores referências fisiológicas para estimar a tolerância dos animais ao calor.

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

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 retal e freqüência respiratória de frangos de corte no verão e não verificaram efeitos significativos dos tratamentos sobre as variáveis estudadas, porém houve aumento da freqüência respiratória, quando o ITGU foi de 83, indicando que os animais acionaram estes mecanismos para a dissipação de calor corporal.

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados das análises sorológicas de acordo com as fases de criação.

Tabela 7 - Resultados médios dos parâmetros sanguíneos, sódio, potássio, cloro e ácido úrico, em mgdL-1 no soro de frangos de corte aos 21 e aos 42 dias recebendo rações com diferentes teores de proteína bruta e balanços eletrolíticos e significância dos contrastes ortogonais.

| Aos 21 dias de idade dos frangos | | Variáveis | | | |
|----------------------------------|-------|---------------|-------|-------------|----|
| Tratamentos | Sódio | Potássio | Cloro | Ácido úrico | |
| 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 | | Significância | | | |
| 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 | | Variáveis | | | |
| Tratamentos | Sódio | Potássio | Cloro | Ácido úrico | |
| 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 | | Significância | | | |
| 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).

Em relação à concentração de sódio aos 21 dias de idade, a redução da proteína bruta da ração diminuiu (P<0,05) as concentrações deste mineral no soro das aves. Esta resposta, entretanto, não foi observada ao final do período, aos 42 dias de idade, porém a utilização de eletrólitos alterou (P<0,05) as concentrações sorológicas deste mineral, nesta fase.

As aves podem ter sofrido um desequilíbrio em relação ao sódio, pois este 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 este 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 esta diminuição de sódio, 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 sódio (bomba de sódio), principalmente.

De acordo com ARGENZIO (1996), a absorção de aminoácidos pela célula, exige um mecanismo de transporte especializado com 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. SOUZA et al. (2004) estudaram os efeitos do balanço de potássio sobre o desempenho de frangos de corte suplementados com KCl no verão e avaliaram a concentração de Na^+ , Cl^- e K^+ no soro sanguíneo, 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. MUSHTAQ et al. (2005) estudaram o efeito de rações usando sódio e cloro e interação entre estes íons, com ajuste de BER para 250 mEq/kg para frangos de corte na fase inicial em condições de calor, e não obtiveram diferenças significativas sobre o pH e concentrações de eletrólitos no sangue, demonstrando a importância do provimento de uma relação correta de eletrólitos evitando perdas destes íons via secreção renal, o que impedirá a alcalose ou a acidose.

Em relação à concentração de ácido úrico no soro, também não foram verificadas diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos, indicando que em todas as rações houve o atendimento do requerimento aminoacídico para a síntese protéica, 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 aminoácidos que assegure para as mesmas uma suficiente reserva de nitrogênio para a síntese de aminoácidos não essenciais. Em outro estudo, ARAÚJO et al. (2004) reduziram o nível protéico 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, evitando o desperdício protéico.

Conclusão

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

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA O.M.; ARAÚJO C.S.S. Redução do nível protéico da dieta, através da formulação baseada em aminoácidos digestíveis. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n 4, p.1197-1201, 2004.

ARAÚJO L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, C.S.S. et al. 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.

ARGENZIO, R.A. Digestão e absorção dos carboidratos, gorduras e proteínas. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. 11^a edição. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A., 1996. 856 p.

BERTECHINI, A. B. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA, 2006. 301 p.

BORGES, A.S.; LAURENTIZ, A.C.; ARAÚJO, L.F. et al. Efeito da Proteína Bruta e de Diferentes Balanços Eletrolíticos das Dietas Sobre o Desempenho de Frangos no Período Inicial. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.2, p.155-161, 2002.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; FISHER DA SILVA, A.V. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.975-981, 2003.

BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.

JOHNSON, R.J. e KARUNAJEEWA, H. The Effects of Dietary Minerals and Electrolytes on the Growth and Physiology of the Young Chick. **J. Nutr.** p. 1680-1690, 1985.

MARCHINI, C.F.P.; SILVA, P. L.; NASCIMENTO, M.R.B. et al. 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. et al. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Revista Engenharia na Agricultura** v.13 v.13. n. 4, 277-286, 2005.

MONGIN P. Recent advances in dietary ânion-cátion balance: applications in poultry. **Proceedings Nutrition Society**, v. 40, p.285 - 294, 1981.

MUSHTAQ, T.; SARVAR, M.; NAWAZ, H. et al. 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, 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.

PATIENCE, JF. A review of the role of acid-base balance in amino acid nutrition. **Journal of Animal Science**. V. 68 p.398-408, 1990.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves**: Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2ª edição, 2005. 186p.

SILVA, V.F. Transtornos do equilíbrio ácido básico em frangos de corte. In: SEMINÁRIO DA DISCIPLINA BIOQUÍMICA DO TECIDO ANIMAL, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, 2004. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/bioquímica> . Pósgrad/ TMAD. Acesso em: 08 Jul. 2006.

SWENSON, M.J.; Propriedades fisiológicas e constituintes químicos e celulares do sangue. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. 11ª edição. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A., 1996. 856 p.

SOUZA, B.B.; BERTECHINI, A, G.; SANTOS, C.D.; et al. Balanço de potássio e desempenho de frangos de corte suplementados com kcl no verão. **Ciência Agrotécnica de Lavras**, v. 28, n.5, p. 1160-1168, 2004.

SOUZA, B.B.; BERTECHINI, A, G.; TEIXEIRA, A.S.; et al. 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 Agrotécnica de Lavras**, v. 29, n.1, p. 185-192, 2005.

SOUZA, B.B.; Adaptabilidade e bem estar de animais de produção. Disponível em: www.infobibos.com/artigos/2007_4. Acesso em: novembro de 2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SAEG**. Sistema para análises estatísticas e genéticas - Versão 9.0. Viçosa, MG: UFV, 2005. CD-ROM.

4. CONCLUSÃO GERAL

De acordo com os resultados de desempenho zootécnico obtidos no experimento, a suplementação com os sais bicarbonato de sódio e cloreto de potássio, para a incorporação de eletrólitos nas rações com o ajuste do balanço eletrolítico para 250mE/kg foi eficaz para os frangos de corte criados nesta condição natural de estresse calórico.

Apesar das rações suplementadas com os sais terem proporcionado maiores teores de umidade da cama, comprometendo a qualidade da mesma, o que impossibilitaria a utilização deste material para os lotes seguintes, ficou evidenciado também que com esta suplementação os animais suportaram melhor este ambiente térmico estressante, o que fisiologicamente ficou comprovado, pois ocasionou melhoras significativas dos parâmetros fisiológicos que são utilizados pelos animais para dissipação do calor corporal e manutenção homeotérmica.

Porém, a redução de três pontos percentuais da proteína bruta da ração, associada à correção do balanço eletrolítico, não foi benéfica nas condições ambientais estudadas, levando a crer que o ambiente térmico é de fundamental importância e deverá ser considerado nos estudos referentes à redução de proteína bruta da ração, apesar de haver a necessidade de mais estudos a respeito da redução protéica com suplementação de aminoácidos sintéticos em condições de estresse por calor para frango de corte, bem como a utilização e aproveitamento destes nutrientes pelas células.

Assim, a suplementação com sais poderá ser utilizada pelos produtores como uma das alternativas para a diminuição de estresse por calor causado por altas temperaturas e umidades no galpão para frangos de corte nas referidas fases de criação e condições ambientais estudadas.