UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA DE ARAÇATUBA

RESPOSTAS DE FRANGOS DE CORTE AO ESTRESSE TÉRMICO AGUDO OU CRÔNICO

Danilo Gualberto de Sandre

Médico Veterinário

Araçatuba – SP

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA DE ARAÇATUBA

RESPOSTAS DE FRANGOS DE CORTE AO ESTRESSE TÉRMICO AGUDO OU CRÔNICO

Danilo Gualberto de Sandre

Orientador: Prof. Adj. Guilherme de Paula Nogueira

Co-orientador: Prof. Adj. Manoel Garcia Neto

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba - Unesp, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal).

Araçatuba – SP

2016

Catalogação na Publicação(CIP)
Serviço de Biblioteca e Documentação – FMVA/UNESP

Sandre, Danilo Gualberto de

Sa572r Respostas de frangos de corte ao estresse térmico agudo ou crônico / Danilo Gualberto de Sandre.
Araçatuba: [s.n], 2016.
51f. il.; CD-ROM

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária, 2016

Orientador: Prof. Adj. Guilherme de Paula Nogueira

Co-orientador: Prof. Adj. Manoel Garcia Neto

1. Síndrome musculo pálido frangos. 2. Balanço eletrolítico ânion-cátion. 3. Condicionamento térmico precoce. I. T.

CDD 571.93467

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Araçatuba

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Respostas de frangos de corte ao estresse térmico agudo ou crônico.

AUTOR: DANILO GUALBERTO DE SANDRE
ORIENTADOR: GUILHERME DE PAULA NOGUEIRA
COORIENTADOR: MANOEL GARCIA NETO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIA ANIMAL, área: Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. GUILHERME DE PAULA NOGUEIRA
Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba - UNESP

Prof. Dr. MARCELO VASCONCELOS MEIRELES
Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal / Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba - UNESP

Prof. Dr. ANTONIO CELSO PEZZATO
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu - UNESP

Araçatuba, 03 de junho de 2016.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DANILO GUALBERTO DE SANDRE – nascido em 20 de dezembro de 1988, em Araçatuba – SP, graduado em Medicina Veterinária pela Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina – SP em 24 de janeiro de 2013. Por meio de processo seletivo, ingressou no curso de Pós-Graduação em Ciência Animal na Área de Medicina Preventiva e Produção Animal, curso de Mestrado, na faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, em 02 de março de 2015. Durante o mestrado, foi bolsista da CAPES.

“O Senhor é o meu pastor; e nada me faltará”

(Salmos 23:1)

“O temor do Senhor é o princípio da sabedoria”

(Salmos 111:10)

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra primeiramente a Deus, a minha mãe Renê Gualberto dos Santos, a quem honro pelo esforço com o qual me inspira a galgar êxito na sociedade letrada, além da confiança depositada em mim. A minha noiva e futura esposa Amanda Silva Santos por me apoiar e ajudar nesta importante fase da minha vida profissional.

A meus irmãos por parte de pai; Dercilho, Deva, Isabel, Antônia, Denis e Denilson pela tamanha consideração e compreensão em contribuir com a realização deste sonho.

A todos os professores que muito contribuíram para a minha pós graduação, principalmente aos professores doutores, Guilherme de Paula Nogueira e Manoel Garcia Neto, pela sabedoria e dedicação ao orientar-me durante o mestrado.

Aos amigos Guilherme Coelho Penteado Filho, Thiago Garcia Lopes, Leandro Pavanello, Ana Luiza Noronha, Victor Vargas, Ana Flávia, Caio Vargas, e Vilma Siemi Yassuda pelo incentivo a busca de novos conhecimentos.

AGRADECIMENTO

Agradeço ao meu Pai (Deus), meu melhor amigo (Espírito Santo) e ao meu salvador Jesus Cristo, pela saúde, força e amor que tens me dado a cada dia.

Em especial minha amada mãe, meus irmãos, tios, primos, amigos e minha noiva, por tornarem todo este sonho possível, e por todo o apoio que me deram em tudo que realizei.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Medicina Veterinária e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal pela oportunidade de desenvolver e concluir esse Curso de Mestrado.

Ao meu orientador Prof. Adj. Guilherme de Paula Nogueira, pela oportunidade de realizar o mestrado.

Ao meu co-orientador Prof. Adj. Manoel Garcia Neto que me acompanhou desde o início do trabalho, com muita paciência, dedicação, empenho no projeto e sempre me apoiando.

Aos professores Marcelo Vasconcelos Meireles, Silvia Helena Venturoli Perri, Max José de Araújo Faria Junior, Marcos Franke Pinto e Elisa Helena Giglio Ponsano, Luiz Eduardo Corrêa Fonseca, pela dedicação e ajuda nas diversas fases do projeto.

Aos funcionários da faculdade Laércio, Carlos e Adão pela colaboração e apoio técnico na execução deste experimento.

A colega de pós-graduação Mayara Maia Rodrigues, por todo apoio, ajuda e empenho no cuidado com a realização do projeto.

E a todos que de forma direta ou indireta, mas não menos importantes, fizeram com que a realização deste trabalho se tornasse possível.

Obrigado e que Deus abençoe a todos!

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS

RESUMO

SUMMARY

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕESGERAIS.....16

1 INTRODUÇÃO 16

2 REVISÃO DA LITERATURA..... 18

2.1. Estresse térmico 18

2.2. Equilíbrio eletrolítico 19

2.3. Condicionamento Térmico Precoce (CTP) 23

REFERÊNCIAS..... 23

CAPÍTULO 2 – ARTIGO CIENTÍFICO.....29

RESUMO 29

ABSTRACT..... 30

1 INTRODUÇÃO..... 31

2 MATERIAL E MÉTODOS..... 32

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO...... 37

4 CONCLUSÃO..... 53

REFERÊNCIAS.....53

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1 – Composição e custo das rações inicial (1º ao 21º dia), crescimento (22º ao 35º dia) e terminação (36º ao 42º dia) utilizada no experimento para alimentar as aves..... 33

Tabela 2 – Tratamento segundo a combinação da aplicação ou não do equilíbrio eletrolítico nas dietas e do condicionamento térmico precoce de frangos de corte..... 34

Tabela 3 – Efeitos da combinação do condicionamento térmico precoce (CTP) e do equilíbrio eletrolítico (EE), associado à aplicação do estresse térmico crônico em aves de 35 a 39 dias de idade, sobre as médias para o consumo de ração, o peso vivo, conversão alimentar, mortalidade, conversão bioeconômica energética (BEC) e umidade das fezes de frangos de corte machos de 1-42 dias de idade..... 38

Tabela 4 – Efeitos da combinação do condicionamento térmico precoce (CTP) e do equilíbrio eletrolítico (EE), associado à aplicação do estresse térmico agudo em aves 38 dias de idade, sobre as médias para o consumo ração, o peso vivo, conversão alimentar, mortalidade, conversão bioeconomica energética (BEC) e umidade das fezes de frangos de corte machos de 1-46 de idade..... 38

Tabela 5 – Efeitos da combinação do condicionamento térmico precoce (CTP) e do equilíbrio eletrolítico (EE), associados à aplicação do estresse térmico crônico em aves de 35 a 39 dias de idade, sobre as médias para o peso de carcaça sem pés e cabeça, gordura cavitária e característica da cor do peito (Cor L*a*b*) de frangos de corte machos de 1-42 dias de idade..... 42

Tabela 6 – Efeitos da combinação do condicionamento térmico precoce (CTP) e do equilíbrio eletrolítico (EE), associado à aplicação do estresse térmico agudo em aves de 38 dias de idade, sobre as médias para o peso vivo no abate, peso de carcaça sem pés e cabeça, gordura cavitária, rendimento de carcaça e característica da cor do peito (Cor L*a*b*) de frangos de corte machos de 1-46 de idade..... 42

Tabela 7 – Efeitos da combinação dos experimentos I e II (aplicação do estresse térmico crônico e agudo), sobre as médias para características da cor do peito (Cor L*a*b*), mortalidade (%), gordura cavitária (g) e conversão bioeconômica energética (BEC) de frangos de corte machos..... 52

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 – Resumo do experimento - Aplicação do condicionamento térmico precoce e do estresse térmico crônico..... 36

Figura 2 – Resumo do experimento - Aplicação do condicionamento térmico precoce e do estresse térmico agudo..... 36

Figura 3 – Fórmula aperfeiçoada do índice BEC..... 37

RESPOSTAS DE FRANGOS DE CORTE AO ESTRESSE TÉRMICO AGUDO OU CRÔNICO

SUMARY - Dois experimentos envolvendo 1280 pintos machos Cobb 500, foram conduzidos para avaliar as possíveis interações entre condicionamento termo precoce e balanço eletrolítico da dieta sobre o desempenho de frangos de corte, bem como estudar os efeitos do estresse térmico agudo e crônico. No d 8, as aves foram transferidas para 32 boxes, com raspas de madeira e resíduo desidratado de acerola (proporção ½ a ½) como cama, mantendo os mesmos tratamentos com oito repetições cada. Os dados da Exp. 1 (stress agudo) e 2 (stress crónico) foram combinados num arranjo fatorial 2x2x2 (com e sem condicionamento térmico precoce (CTP); dieta com e sem equilíbrio eletrolítico (EE); e estresse térmico agudo ou crônico. A dieta com EE foi calculada como mEq / kg para a Na + K-Cl e o valor da relação (K + Cl) / Na, com 300 mEq / kg e uma proporção de 3: 1, respectivamente. As aves foram alimentadas com: (1) uma dieta tradicional (176 mEq / kg e a relação de 3,36: 1) sem CTP; (2) dieta tradicional com CTP; (3) dieta com EE e sem CTP e (4) dieta com EE e CTP. Ração e água foram fornecidas ad libitum. Metade das aves foram expostas a 36 °C durante 24 horas com a idade de 5, enquanto que a outra metade não foi exposto a CTP. Na idade de 38 d, metade dos pintos foram termicamente desafiados por estresse térmico agudo de 36 °C durante 6h e com a idade de 35 a 39 d, outra metade dos pintos foram termicamente desafiado por um estresse térmico crônico de 32 °C por 6h. O consumo de ração, peso corporal (PC), a umidade das fezes e deposição de gordura abdominal foram determinadas a 46 d de idade e taxa de conversão alimentar ajustado foi calculado através da inclusão de PC da mortalidade. Coordenadas tricromáticas (L*, a*, e b*) foram medidos no músculo do peito, às 24h. Nenhum efeito de interação foi encontrado com nenhum dos parâmetros avaliados. Assim, não existe sinergismo para qualquer um dos traços. Houve aumento expressivo da mortalidade [(3,06-65,62%) / P <0,0001] de estresse agudo. O EE aumentou a umidade nas fezes (P = 0,0202). Os conteúdos de lipídios dos tecidos abdominais foram afetados pela exposição ao calor e diminuiu

significativamente (P <0,0001) para crônica (53.9g) versus estresse agudo (127.5g). Além disso, um efeito significativo (P <0,0001) valores mais elevados foi encontrado em carne para aguda (66,4 e 23,2) versus o estresse crônico (57,6 e 17,6), em L* e b*, respectivamente. Os resultados sugerem que as aves submetidas a estresse agudo estão sujeitos a síndrome do músculo pálida aves.

Palavras-chave: Síndrome musculo pálido frangos, balanço eletrolítico ânion-cátion e condicionamento térmico precoce.

RESPONSES OF BROILERS EXPOSED TO ACUTE OR CHRONIC HEAT STRESS

ABSTRACT - Two experiments involving 1280 male Cobb 500 chicks were conducted to evaluate the possible interactions between early thermal conditioning and electrolyte balance of the diet on the performance of broiler chickens, as well as studying the effects of acute and chronic heat stress. On d 8, the broilers were transferred to 32 floor pens with wood shavings as litter while maintaining the same treatments with eight replicates each. The data from Exp. 1 (acute stress) and 2 (chronic stress) were combined in a 2x2x2 factorial arrangement [with and without early thermal conditioning (ETC)]; diet with and without electrolyte balance (EB); and acute or chronic heat stress. The diet with EB was calculated as mEq/kg for Na+K-Cl and the value the ratio (K+Cl)/Na, with 300 mEq/kg and a ratio the 3:1, respectively. The birds were fed: (1) a traditional diet (176 mEq/kg and a ratio the 3.36:1) without ETC; (2) traditional diet with ETC; (3) diet with EB and without ETC and (4) diet with EB and ETC. Feed and water were supplied ad libitum. Half of birds were exposed to 36°C for 24h at the age of 5, whereas the remaining half was not exposed to ETC. At the age of 38 d, half chicks were thermally challenged by an acute heat stress of 36°C for 6h or at the age of 35 to 39 d, another half chicks were thermally challenged by a chronic heat stress of 32°C for 6h. Feed intake, body weight (BW), moisture of feces and abdominal fat deposition were determined at 46 d of age and adjusted feed conversion ratio was calculated by including BW of mortality. Trichromatic coordinates (L*, a*, and b*) were measured on the breast muscle at 24h. No interaction effects were found for any of the parameters evaluated. Thus, there is no synergism for any of the traits. There was expressive increase of mortality [(3.06 to 65.62%) / P<0.0001] from acute stress. The EB increased moisture of feces (P=0.0202). Lipid contents of abdominal tissues was affected by heat exposure with significantly decreased (P<0.0001) to chronic (53.9g) versus acute stress (127.5g). Also, a significant effect (P<0.0001) values higher was found in meat for acute (66.4 and 23.2)

versus chronic stress (57.6 and 17.6) on L* and b*, respectively. The results suggest that birds submitted to acute stress are subject to pale poultry muscle syndrome.

Key words: Pale poultry muscle syndrome, dietary anion-cation balance, early thermal conditioning

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

O estresse térmico leva a diversos distúrbios metabólicos em frangos de corte, dentre eles o desequilíbrio ácido-base. Na tentativa de evitar esses efeitos e melhorar o desempenho dos animais, faz-se necessária a utilização de níveis adequados de eletrólitos e, também, de uma correta proporção entre eles na ração, ou seja, é necessário utilizar formulação com um equilíbrio eletrolítico apropriado (GAMBA et al., 2015).

O equilíbrio eletrolítico se resume basicamente em balanço eletrolítico (BE) e relação eletrolítica (RE), onde:

“BE = K+Na-Cl” e “RE = (K+Cl)/Na”

Desde 1981, Mongin propôs a aplicação do equilíbrio eletrolítico (balanço e relação eletrolítica) para amenizar os efeitos negativos das altas temperaturas em frangos de corte. Há inúmeras pesquisas sobre os efeitos do balanço eletrolítico (AHMAD; SARWAR, 2006), mas raros trabalhos que aplicam, por completo, os conceitos propostos por Mongin (GAMBA et al., 2015, MINELLO et al., 2012):

a) Atender aos requisitos mínimos em sódio (Na+), potássio (K+) e cloro (Cl-);

b) Não apresentar níveis em excessos;

c) Ajustar o balanço e a relação eletrolítica ao mesmo tempo.

A única maneira de atender às três exigências imposta por Mongin é através da formulação não linear. A formulação linear permite ajustar o balanço eletrolítico (Na+K-Cl), mas não suporta o ajuste da relação eletrolítica [(K + Cl)/Na]; mas pelo princípio não linear da planilha Programa Prático para Formulação de Ração (PPFR) (GARCIA NETO, 2009) foi possível fazer corretamente o cálculo para esse tipo de formulação de ração.

Para atender às demandas nutricionais e acompanhar o avanço na genética animal exige-se um novo modelo matemático que é proposto pela

formulação não linear. Quando se deseja taxas exatas entre nutrientes, como Ca e P ou entre eletrólitos, é necessário um artifício matemático de se incorporar um ingrediente simulador (PESTI; MILLER, 1992) na matriz.

Por exemplo, quando se deseja Ca/P=2/1, temos que Ca=2P, ou seja, Ca-2P=0 (zero). Essa manipulação matemática mostra-se eficiente e ainda é adotada em formulação linear, mas obriga o programa de formulação fechar a ração na taxa sempre exata, nesse caso igual a “2”. Todavia, com o uso do princípio não linear, além de simplificar essa particular exigência (taxas), viabiliza que as mesmas possam assumir valores não específicos (fixos) e desta forma, não há mais a obrigatoriedade da relação ser exatamente 2/1 para o Ca/P. O mesmo vale para o equilíbrio eletrolítico. E ainda, viabilizando formulações precisas sem a necessidade do uso do inerte (SOUZA et al., 2002), como forma de substituição ao produto em estudo.

Por fim, é necessário ressaltar que o equilíbrio eletrolítico da dieta deveria ser sempre avaliado, com ajustes concomitantes, para o balanço e a relação eletrolítica, e que tal procedimento só é possível com o princípio não linear de formulação.

Visando avaliar as possíveis interações entre duas ferramentas que amenizam os efeitos negativos causados pelo estresse térmico, este estudo avaliou o condicionamento térmico precoce (CTP - aos 5 dias de idade) e o equilíbrio eletrolítico (EE) para as aves desafiadas com estresse crônico e agudo, além do desempenho e características de carcaça de frangos de corte, bem como estudou-se a viabilidade econômica da adoção das referidas estratégias para minimizar os efeitos de um ambiente térmico adverso.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Estresse térmico

O Brasil, pais de clima tropical, tem dentre vários desafios na avicultura o fator ambiental; alta temperatura e alta umidade dentro do galpão, os quais são limitantes para ótima produtividade. Altas temperaturas reduzem o consumo de alimento prejudicando o desempenho dos frangos (FURLAN, 2006).

Assim, várias alterações metabólicas e fisiológicas são desencadeadas em frangos de corte submetidos a altas temperaturas ambientais, o que pode acarretar em grandes perdas no desempenho e na imunocompetência destas aves (BORGES et al., 2003).

Entretanto, algumas medidas podem ser tomadas para minimizar as perdas decorrentes do estresse calórico, podendo-se citar, dentre outras, a utilização de ventiladores e nebulizadores, manipulação da proteína e energia da dieta, aclimatação das aves, utilização de antitérmicos, ácido ascórbico, eletrólitos, manejo do arraçoamento e o manejo da água de bebida (BORGES, 2003).

Acima de 30°C, o consumo de ração decresce rapidamente e as exigências energéticas aumentam, devido à necessidade das aves em eliminar calor. Portanto, este menor consumo de alimento e o gasto de energia para manutenção da homeostase térmica, levam a uma redução no desempenho das aves criadas em altas temperaturas (FURLAN, 2006).

Vários são os relatos sobre a influência do estresse agudo em frangos de corte, e que os mesmos perdem sua condição fisiológica de termorregulação em condições extremas de calor, principalmente com o avanço de seu peso/idade, devido ao aumento de sua taxa metabólica, decorrente da seleção genética que comprometeu mais e mais a capacidade dos sistemas fisiológicos de suporte (digestivo, respiratório, circulatório e excretor) (EMMANS; KYRIAZAKIS, 2000).

Dentre as respostas fisiológicas compensatórias das aves, quando expostas ao calor, inclui-se a vasodilatação periférica, resultando em aumento na perda de calor não evaporativo. Assim, na tentativa de aumentar a dissipação do calor, a ave consegue aumentar a área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica (BORGES et al., 2003).

A perda de calor não evaporativo pode também ocorrer com o aumento da produção de urina, se esta perda de água for compensada pelo maior consumo de água fria. Outra resposta fisiológica é o aumento na taxa respiratória, resultando em perdas excessivas de dióxido de carbono (CO2). Assim, a pressão parcial de CO2 (pCO2) diminui, levando à queda na concentração de ácido carbônico (H2CO3) e hidrogênio (H+). Em resposta, os rins aumentam a excreção de bicarbonato (HCO3-) e reduzem a excreção de H+ na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base da ave. Esta alteração do equilíbrio ácido-base é denominada de alcalose respiratória e pode levar a alta mortalidade das aves (BORGES et al., 2003).

Para amenizar esse efeito em frangos de corte em fase de crescimento, e principalmente, próximos à terminação, por se mostrarem mais sensíveis a altas temperaturas, várias investigações sobre termorregulação foram desenvolvidas (GAMBA et al., 2015; MINELLO et al., 2012; YAHAV; HURWITZ, 1996; YAHAV; McMURTRY, 2001).

2.2 Equilíbrio eletrolítico

A necessidade do equilíbrio eletrolítico é vital para todo ser vivo, tanto o equilíbrio do meio externo (ar, água, temperatura, umidade, alimento) quanto o equilíbrio do meio interno (células, funções metabólicas, fluidos corporais).

Com relação ao fator ambiental, a ambiência de um galpão de frango de corte deve ser manejada para não comprometer os estreitos limites dos vários processos fisiológicos das aves, ou seja, a manutenção da homeostase, que é

basicamente a manutenção da composição do meio interno compatível com a sobrevivência das células individuais. A tentativa de manutenção desse equilíbrio ocorre, principalmente, em um país tropical como o Brasil, onde altas temperaturas e taxas de umidade são desafios constantes ao desempenho zootécnico da criação (FURLAN, 2006).

Segundo Mongin (1981) um animal, para manter a homeostase ácido-básico em equilíbrio, necessitaria apresentar a ingestão dietética catiônica somada à produção endógena de ácidos (H^+), menos a diferença catiônica excretada, iguais à zero. Destas combinações (ingerido+endógeno-excretado), a que apresenta o mais fácil controle está relacionado à proporção de minerais da dieta, por ser aquela com relação direta com a concentração plasmática de bicarbonato (HCO_3^-) (MONGIN; SAUVER, 1977).

Os minerais K^+, Na^+ e Cl^-, em particular, são escolhidos pela importância que desempenham no metabolismo, pela participação no balanço osmótico, no balanço ácido-básico e na integridade dos mecanismos que regulam o transporte através das membranas celulares. Assim o balanço desses minerais age diretamente no equilíbrio ácido-básico das aves, podendo prejudicar o seu desempenho por comprometer muitas funções metabólicas (JUDICE et al., 2002).

Como os eletrólitos são responsáveis pela manutenção da água corporal e do balanço iônico, a concentração ideal de Na^+, K^+ e Cl^- não pode ser determinada independentemente, devido às interações entre esses íons na dieta e, posteriormente, no metabolismo das aves (COHEN et al., 1972; JUNQUEIRA et al.,1984; NOBAKHT et al., 2006).

Isso evidencia a importância de uma ração apresentar um balanço eletrolítico adequado, todavia, ainda persistem dúvidas sobre como adequar melhor uma dieta a esse novo conceito, se por diferença (Na+K-Cl), relações (K + Cl)/Na ou (K+Na)/Cl ou por ambas (diferença e relação), além da definição dos valores mais apropriados segundo a fase de criação (BORGATTI et al., 2004).

Os níveis de Na^+, K^+ e Cl^- do plasma são afetados pelo estresse calórico. As concentrações de K^+ e Na^+ diminuem à medida que a temperatura

aumenta (BORGES et al., 1999), enquanto que o Cl^- aumenta (BELAY; TEETER, 1993).

De acordo com Mongin (1981) o equilíbrio ácido-básico da dieta para o Na^+, K^+ e Cl^-, antes formulado somente para atender uma exigência mínima para cada fase da criação, deveria ter suas proporções ajustadas para um melhor balanço eletrolítico (BE), objetivando um ótimo desempenho de crescimento pela manutenção da homeostase ácido-básica fisiológica do animal (GEZEN et al., 2005).

Recentemente, vários estudos têm sido direcionados ao desenvolvimento de expressões simplificadas de balanço eletrolítico, de forma a identificar os valores críticos e a relação mais apropriada entre eletrólitos, para utilização e aplicação no arraçoamento de várias espécies (HAYDON; WEST, 1990; ROSS et al., 1994; WILDMAN et al., 2007).

Portanto, para um adequado balanço eletrolítico de uma dieta, não seria suficiente apenas o cálculo da diferença entre a concentração total de ânions e cátions, mas, ainda, a proporção adequada entre K e Na (LEWIS et al., 1972; TALBOT, 1978).

Para frangos de corte, fórmula simplificada do Balanço Eletrolítico é $[Na^+] + [K^+] – [Cl^-]$ (JOHNSON; KARUNAJEEWA, 1985; MONGIN, 1981; VIEITES et al., 2004; VIEITES et al., 2005).

Segundo Gamba et al. (2015), foi possível verificar que a utilização estratégica da formulação não linear com o correto equilíbrio eletrolítico melhora o desempenho e é capaz de evitar o efeito do estresse térmico em frangos de corte, considerando uma dieta com BE de 250 mEq/kg e RE 3, para um melhor desempenho em condições termoneutras, e uma dieta com BE de 350 mEq/kg e RE 3 visando à sobrevivência dos animais em condições de estresse térmico.

A adição e a manipulação de eletrólitos como bicarbonato de sódio (NaHCO3), cloreto de potássio (KCl), cloreto de cálcio ($CaCl_2$) e cloreto de amônio (NH_4Cl) na água ou na ração, minimiza os efeitos do estresse calórico das aves (BORGES et al., 1999; BORGES et al., 2003 SOUZA et al., 2002),

antecipando em dois dias o abate durante o verão, além de favorecer a conversão alimentar e reduzir a mortalidade (BENTON et al., 1998).

Nesse sentido, o balanço eletrolítico permite auxiliar na manutenção do equilíbrio ácido-básico, com o intuito de minimizar a predisposição das aves à alcalose respiratória por efeito de estresse calórico e, consequentemente, seus reflexos negativos no ganho de peso (TEETER et al., 1985) ocasionados pela menor ingestão de alimentos e pior conversão alimentar, bem como a incidência de carne PSE (pálida, mole e exsudativa) em aves (WOELFEL et al., 2002).

Com o conhecimento do impacto do balanço ácido-básico sobre a produção animal, cabe ao nutricionista maior atenção na formulação da dieta, devido à sua influência no consumo de ração e no desenvolvimento das aves (BORGATTI et al., 2004; PATIENCE et al., 1987; RIDDELL, 1975), na sanidade (SAVEUR, 1984), na expressão do potencial genético dos animais (THORP et al., 1993), bem como nas respostas ao estresse térmico (TEERTER et al., 1985; FURLAN, 2006), além de sua interferência no metabolismo dos aminoácidos (HARA et al., 1987), de minerais (LUTZ, 1984) e das vitaminas (REDDY et al., 1982; THORP et al., 1993), o que demonstra a necessidade de um maior entendimento dessas interações (BORGATTI et al., 2004; PESTI et al., 1991; PATIENCE, 1990).

A preocupação atual dos nutricionistas é estabelecer o balanço da dieta para fornecimento de cátions e ânions (LEESON et al., 1995), uma vez que a manipulação dos eletrólitos da dieta é simples, prática e econômica, e que as exigências para Na, K e Cl já estão claramente definidas. Segundo Leeson et al. (1995), o balanço eletrolítico pode afetar o metabolismo de vários aminoácidos, principalmente em relação à lisina e arginina.

2.3 Condicionamento Térmico Precoce (CTP)

As aves podem ser manipuladas fisiologicamente para tolerar melhor o estresse térmico através da aclimatação ou do condicionamento térmico. A aclimatação permite uma melhor termotolerância, mas apresenta o inconveniente de prejudicar o desempenho das aves. Já o condicionamento térmico mostra-se mais favorável, permitindo uma melhor resposta à termotolerância, por não desfavorecer o desempenho final das aves. Porém, é dependente do ganho compensatório (YAHAV; McMURTRY, 2001;).

Contudo, frangos aclimatados ao calor apresentam redução significativa no ganho de peso final como resultado direto da diminuição no consumo alimentar e maior gasto energético para manutenção das atividades metabólicas.

Um possível mecanismo para a aquisição da tolerância térmica é a capacidade de reduzir a produção de calor, que é regulada em grande medida, pelo hormônio Triiodotironina (T3), cuja a concentração é reduzida em altas temperaturas. Assim, pode-se prever que a indução de termotolerância pelo condicionamento da temperatura está associada com a modulação da concentração de T3 no plasma (YAHAV; HURWITZ, 1996).

Assim, levantou-se a hipótese que o equilíbrio eletrolítico, aplicado em conjunto com o condicionamento térmico precoce, minimizam os efeitos indesejáveis do estresse térmico crônico e agudo em frangos de corte.

REFERÊNCIAS

AHMAD, T.; SARWAR, M. Dietary electrolyte balance: implications in heat stressed broilers. World's **Poultry Science Journal**, v. 62, n.4, p. 638-653, 2006.

BELAY, T.; TEETER, R. G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poultry Science**, v.72. p.116-124. 1993.

BENTON, C.E.; BALNAVE, D.; BRAKE, J. Review: the use of dietary minerals during heat stress in broilers. **The Professional Animal Scientist**, v. 14, p. 193-196, 1998.

BORGATTI, L.M.O.; ALBUQUERQUE, R.; MEISTER, N.C.; SOUZA, L.M.O.; LIMA, F.R.; TRINDADE NETO, M.A. Performance of broilers fed diets with different dietary electrolyte balance under summer conditions. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 6, p. 153-157, 2004.

BORGES, S.A.; ARIKI, J.; MARTINS, C.L.; MORAES, V.M.B. Suplementação de cloreto de potássio para frangos de corte submetidos a estresse calórico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 313-319, 1999.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 33, p. 975-981, 2003.

COHEN, I.; HURWITZ, S.; BAR, A. Acid-base balance and sodium to chloride ratio in diets of laying hens. **Journal of Nutrition**, v. 102, p. 1-8, 1972.

FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006. Chapecó. **Anais...** Chapecó, SC: AVISUL, 2006. p.104-135.

GAMBA, J.P.; RODRIGUES, M.M.; GARCIA NETO, M.; PERRI, S.H.V.; FARIA JÚNIOR M.J. A.; PINTO, M.F. The strategic application of electrolyte balance to minimize heat stress in broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 17, n.2, p 237-246, 2015.

GARCIA NETO, M. **Programa prático para formulação de rações** / frangos de corte PPFR. Disponível em:<http://www.foa.unesp.br/downloads/categoria.asp?CatCod=4&SubCatCod=138>. Acesso em: 05 de dez. 2015.

GEZEN, S.S.; EREN, M.; DENIZ, G. The effect of different dietary electrolyte balances on eggshell quality in laying hens. **Revue Médicini Véterinaire**, v. 156, p. 491-497, 2005.

HARA, Y.; MAY, R.C.; KELLY, R.A.; MITCH, W.E. Acidosis, not azotemia, stimulates branched-chain, aminoacid catabolism in uremic rats. **Kidney International**, v.32, p.808-814, 1987.

HAYDON, K.D.; WEST, J.W. Effect of dietary electrolyte balance on nutrient digestibility determined at the end of the small intestine and over the total digestive tract in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 3687-3693, 1990.

JOHNSON R.J.; KARUNAJEEWA, H. The effects of dietary minerals and electrolytes on the growth and physiology of the young chick. **Journal of Nutrition**, v. 115, p. 1680-1690, 1985.

JUDICE, J.P.M.; BERTECHINI, A.G.; MUNIZ, J.A. Balanço cátio-aniônico das rações e manejo alimentar para poedeiras de segundo ciclo. Lavras. **Ciência Agrotécnica**, v.26, n.3, p.598-609, 2002.

JUNQUEIRA, O.M.; MILES, R.D.; HARMS, R.H. Interrelationship between phosphorus, sodium and chloride in the diet of laying hens. **Poultry Science**, v. 63, p. 1229-1236, 1984.

LEESON S.; DIAZ G.J.; SUMMERS J.D. **Metabolic disorders and mycotoxins**. Guelph: Ontario. University Books, 1995. p. 352.

LEWIS, K.; LEITL, G.; HEINE, M. Influence of dietary potassium and sodium/potassium molar ratios on the development of salt hypertension. **The Journal of Experiemental Medicine**, v. 136, p. 318-330, 1972.

LUTZ, J. Calcium balance acid-base status of women as affected by increased protein intake and by sodium bicarbonate ingestion. **The American Jornal of Clinical Nutrition**, v.39, p. 281-288, 1984.

MINELLO, M.C.S.; ALMEIDA, M.A.; SANDRE, D.G.; GARCIA NETO, M.; FARIA JUNIOR, M.J.A.; PINTO, M.F. Equilíbrio eletrolítico e condicionamento térmico:

redução do estresse térmico agudo em frangos de corte. Botucatu – SP. **Veterinária e Zootecnia,** v.19, p. 136-137, 2012.

MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **The Proceednigs of the Nutrition Society**, v. 40, p. 285-294, 1981.

MONGIN, P.; SAUVEUR. B. Interrelationships between mineral nutrition, acid-base balance, growth and cartilage abnormalities. In: BOORMAN, K.N.; WILSON,B. (ed.). **Growth and poultry meat production**. Edinburgh: British Poultry Science, 1977. p. 235-247.

NOBAKHT, A.; SHIVAZAD, M.; CHAMANY, M.; SAFAMEHER, A.R. The effects of dietary electrolyte balance on performance of laying hens exposed to heat - stress environment in late laying period. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 10, p. 955-958, 2006.

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.

PATIENCE, J.F.; AUSTIC, R.E.; BOYD, R.D. Effect of dietary electrolyte balance on growth and acid-base status in swine. **Journal of Animal Science**, v. 64, p. 457-466, 1987.

PESTI, G.M. Response surface approach to studying the protein and energy requeriments of laying hens. **Poultry Science**, v.70, p103-14, 1991.

PESTI, G.M.; MILLER, B.R. **Animal feed formulation**: user friendly feed formulation program. Athens: Kluwer Academic Publishers Group, 1992. p. 166.

REDDY, G.S.; JONES, G.; KOOH, S.W.; FRASER, D. Inhibition of 25-hydroxyvitamin D3-1-hydroxylase by chronic metabolic acidosis. **American Journal of Physiology**, v. 243, p. E265-E271, 1982.

RIDDEL, C. Studies on the pathogenesis of tibial dyschondroplasia in chickens. II. Growth rate of long bones. **Avian Diseases**, v.19, p.490-496, 1975.

RODRIGUES, M.I.; IEMMA, A.F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. 2 ed. São Paulo: Cárita, 2009. 358 p.

ROSS, J.G.; SPEARS, J.W.; GARLICH, J.D. Dietary electrolyte balance effects on performance and metabolic characteristics in finishing steers. **Jounal of Animal Science**, v. 72, p. 1600-1607, 1994.

SAVEUR, B. Dietary factors as causes of leg abnomalities in poultry – a review. **World´s Poultry Science Journal**, v.40, p. 195-206, 1984.

SOUZA, B.B.; BERTECHINI, A.G.; TEIXEIRA, A.S.; LIMA, J.A.F.; FREITAS, R.T.F. Efeito da suplementação de cloreto de potássio na dieta sobre o equilíbrio ácido-básico e o desempenho de frangos de corte no verão. **Ciência Agrotecnologia**, v. 26, p. 1297-1304, 2002.

TALBOT, C.J. Sodium, potassium and chloride imbalance in broiler diets. **The Proceedinigs of Nutrition Society**, v. 37, p. 53A, 1978.

TEETER, R.G.; SMITH, M.O.; OWENS, F.N.; ARP, S.C.; SANGIAH, S.; BREAZILE, J.E. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: ocorrence and treatment in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 64, p. 1060-1064, 1985.

THORP, B.H.; DUCRO, B.; WHITEHEAD, C.C. Avian tibial dyschondroplasia: the interaction of genetic selection and dietary 1,25-dihydroxycholecalciferol. **Avian Pathology**, v.22, p.311-324, 1993.

VIEITES, F. M.; MORAES, G.H.K.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; ATENCIO, A.; VARGAS JUNIOR, J.G. Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a umidade da cama de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1990-1999, 2005.

VIEITES, F.M.; MORAES, G.H.K.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; RODRIGUES, A.C.; SILVA, F.A.; ATENCIO, A. Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre

parâmetros sangüíneos e ósseos de frango de corte aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1520-1530, 2004.

WILDMAN, C. D.; WEST, J. W.; BERNARD, J. K. Effects of dietary cation-anion difference and potassium to sodium ratio on lactating dairy cows in hot weather. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 970–977, 2007.

WOELFEL, R. L.; OWENS, C. M. ; HIRSCHLER, E. M.; MARTINEZ-DAWSON, R.; SAMS, A. R. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. **Poultry Science**, v. 81, p.579-584, 2002.

YAHAV, S.; HURWITZ, S. Induction of thermotolerance in male broiler chickens by temperature conditioning at an early age. **Poultry Science**, v.75, p.402-406, 1996.

YAHAV, S.; McMURTRY, J. P. Thermotolerance acquisition in broiler chickens by temperature conditioning early in life – the effect of timing and ambient temperature. **Poultry Science**, v.80, p. 1662-1666, 2001.

CAPÍTULO 2 – ARTIGO CIENTÍFICO:

Efeito de tratamentos buscando minimizar o efeito do estresse térmico agudo ou crônico em frangos de corte

Treatment effect seeking to minimize the effect of acute heat stress or chronic in broilers

Danilo Gualberto de Sandre, Mayara Maia Rodrigues, Manoel Garcia Neto, Elisa Helena Giglio Ponsano, Guilherme de Paula Nogueira

Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Unesp. Clóvis Pestana 793, Araçatuba, SP, 16050-680, Brasil.

RESUMO - O propósito foi avaliar possíveis interações e efeitos do equilíbrio eletrolítico na dieta e do condicionamento térmico precoce sobre o consumo de ração (kg/ave/dia), peso vivo (kg), conversão alimentar (kg), mortalidade (%), índice bioeconômico energético (Mcal/kg), umidade de fezes (%), peso de carcaça (kg), gordura cavitária (g) e coloração de peito (L*a*b*) em frangos de cortes em condições de estresse térmico agudo ou crônico. Utilizou-se 1280 pintos de um dia, divididos em Exp. I (estresse agudo) e Exp. II (estresse crónico), que foram combinados num arranjo fatorial 2x2x2 (com e sem condicionamento térmico precoce (CTP); dieta com e sem equilíbrio eletrolítico (EE); e estresse térmico agudo ou crônico. Metade das aves foram expostas a 36 °C durante 24 horas com a idade de 5 dias. Com 38 dias (Exp. I), metade dos pintos foram termicamente desafiados por estresse térmico agudo a 36 °C durante 6h. Experimento II, entre 35 a 39 dias, metade dos pintos foram desafiados por um estresse térmico crônico de 32 °C por 6h. Pode se afirmar, através da análise de

variância, que não houve interação entre nenhum dos parâmetros avaliados. Assim, não existiu sinergismo para qualquer um dos traços. Houve aumento expressivo da mortalidade nas aves expostas ao estresse agudo. O EE aumentou a umidade nas fezes. Aves que sofreram estresse crônico apresentaram menores conteúdos de lipídios nos tecidos. Além disso, para os valores L * e b *, verificou-se um aumento no estresse agudo em relação ao crônico. Os resultados sugerem que as aves submetidas a estresse agudo estão sujeitos a síndrome do músculo pálido.

Palavras-chave: Aves, balanço eletrolítico, nutrição animal, síndrome músculo pálido

SUMMARY - The purpose was to evaluate possible interactions and effects of the electrolyte balance in diet and/or early thermal conditioning on the feed intake (kg/day), body weight (kg), feed conversion (kg), mortality (%), energy bioeconomical index (Mcal/kg), moisture feces (%), carcass weight (kg), body cavity fat (g) and breast color (L*a*b*) in chicken in conditions of chronic and acute heat stress. There were used 1280 chicks, sorted into Exp I (chronic thermal stress) and II (acute thermal stress), which were combined in a factorial 2x2x2 (with or without early thermal conditioning ETC). Diet with or without electrolyte balance (EB); exposed to acute or chronic heat stress. Half of the birds were exposed to 36 °C for 24 hours at 5 days of age (ETC). On day 38 (Exp. I) half of the chicks were heat challenged by heat stress with 36 °C for 6h. Experiment II, between 35 to 39 days, half of the chicks were challenged by a chronic heat stress of 32 °C for 6 h. There was no interaction between any of the evaluated parameters, there was synergism for any of the traits. There was an increase significant mortality of acute stress. The EB treatment increased moisture in feces, chronic stress

resulted in lower lipid content in birds tissues. These results suggested that birds subjected to either acute or chronic stress were subject to pale muscle syndrome.

Keywords: birds, electrolyte balance, animal nutrition, pale muscle syndrome

1 Introdução

Existem técnicas de minimizar o estresse calórico, como aclimatação das aves, manejo da dieta e/ou água de bebida, uso de antitérmicos, ácido ascórbico e manipulação dos níveis de proteína e energia da dieta (BORGES et al., 2003).

Em virtude da maior precocidade das aves, o balanceamento correto dos nutrientes é de vital importância para um bom arraçoamento, MONGIN (1981) adverte sobre a necessidade de se adequar uma ração não apenas ao BE, pela diferença [Na+] + [K+] – [Cl-], mas, também, quanto à relação eletrolítica ([K++ Cl-])/Na+).

Os relatos, na literatura, tratando da relação eletrolítica ([K+] + [Cl-])/[Na+] são raros (AHMAD; SARWAR, 2006), apesar de o conceito ter sido proposto desde 1981 (MONGIN, 1981), possivelmente pelas limitações da utilização dessa estratégia nutricional na planilha de cálculo para formulação. Entretanto, com o uso da ferramenta Solver da planilha Excel da Microsolf® é possível introduzir na formulação da ração as equações matemáticas necessárias para viabilizar tanto o balanço como a relação eletrolítica (RE) de uma dieta (GARCIA NETO, 2008).

A aclimatação permite uma melhor termotolerância, mas apresenta o inconveniente de prejudicar o desempenho das aves. Já o condicionamento térmico precoce mostra-se mais favorável, permitindo uma melhor resposta à termotolerância, por não desfavorecer o desempenho final das aves. Entretanto, é dependente do ganho compensatório (YAHAV; McMURTRY, 2001).

A seguinte hipótese foi formulada: a) A formulação não linear de rações, baseada nos conceitos do equilíbrio eletrolítico, melhora a termotolerância em frangos de corte; b) O equilíbrio eletrolítico, aplicado em conjunto com o condicionamento térmico, minimizam os efeitos indesejáveis do estresse térmico em frangos de corte.

2 Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Setor Experimental de Zootecnia do Curso de Medicina Veterinária da UNESP, Campus de Araçatuba. O projeto foi realizado de acordo com os Princípios éticos de Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pelo CEUA, de acordo com o processo 00887-2012. Nos experimentos I (07/04/2014 a 19/05/2014) e II (29/07/2014 a 09/09/2014) foram utilizados 640 pintos machos de corte respectivamente, de mesma linhagem comercial (Cobb 500), no período de 1 a 42 dias de idade (Experimento I) e no período de 1 a 42 dias de idade (Experimento II).

Os pintinhos com um dia de idade foram pesados e distribuídos ao acaso nas gaiolas metálicas com 20 aves cada. Foram usadas lâmpadas de 60 W (baterias) como fontes de aquecimento inicial, uma em cada compartimento, com ajuste automatizado de aquecimento. As aves submetidas ao CTP no 5º dia de vida (metade do lote, 320 aves) permaneceram nas gaiolas e as restantes foram colocadas em seus respectivos boxes. Após esse período, todas as aves foram para os boxes.

As rações experimentais (Tabela 1) foram denominadas de ração tradicional (sem EE) e ração com equilíbrio eletrolítico (ração inicial: BE = 250 mEq/kg e RE = 3:1 e rações crescimento e terminação: BE = 300 mEq/kg e RE = 3:1).

Tabela 1 - Composição e custo das rações inicial (1º ao 21º dia), crescimento (22º ao 35º dia) e terminação (36º ao 42° dia) utilizada nos dois experimentos para alimentar as aves

Nutriente	Unidade	Composição Calculada					
		Ração Tradicional			Ração com EE		
		Inicial	Crescimento	Terminação	Inicial	Crescimento	Terminação
Custo da ração	R$/100 kg	76,81	74,53	67,15	78,53	78,37	71,49
Energia Met. Aves	kcal/kg	2980,00	3050,00	3100,00	2980,00	3050,00	3100,00
Proteína Bruta (PB)	%	20,62	19,14	17,84	20,66	19,13	17,83
Cálcio	%	0,86	0,75	0,65	0,86	0,75	0,65
P Disponível	%	0,38	0,34	0,29	0,38	0,34	0,29
Potássio	%	0,81	0,75	0,69	0,85	0,98	0,97
Sódio	%	0,21	0,20	0,20	0,21	0,23	0,23
Cloro	%	0,38	0,36	0,36	0,20	0,18	0,17
Ácido Linoléico	%	2,52	2,69	2,61	2,60	2,91	2,87
Lisina Dig.	%	1,14	1,05	0,97	1,14	1,05	0,97
Metionina Dig.	%	0,54	0,50	0,46	0,54	0,50	0,46
Metionina + Cistina Dig.	%	0,82	0,76	0,71	0,82	0,76	0,71
Treonina Dig.	%	0,74	0,68	0,63	0,74	0,68	0,63
Triptofano Dig.	%	0,23	0,21	0,19	0,23	0,21	0,19
BE= K+Na -Cl (mEq/kg)*	mEq	191,70	176,27	160,94	250,00	300,00	300,00
RE= (K+Cl)/Na*	-	3,42	3,36	3,27	3,00	3,00	3,00
		Ingredientes					
Milho (7,88%)	%	59,32	63,44	68,02	58,79	62,07	66,45
Soja Farelo (45%)	%	34,68	30,74	26,98	34,86	30,97	27,24
Óleo de Soja	%	2,06	2,30	2,04	2,22	2,77	2,58
Fosfato Bicálcico	%	1,47	1,24	1,03	1,47	1,24	1,03
Calcário Calcítico	%	1,06	0,94	0,83	1,06	0,94	0,83
Polimax F**	%	0,60	0,60	0,30	0,60	0,60	0,30
Bicarbonato de Sódio	%	0,00	0,00	0,00	0,41	0,55	0,57
Sal Comum	%	0,48	0,46	0,44	0,20	0,16	0,13
L-Lisina HCl	%	0,18	0,18	0,20	0,18	0,18	0,19
DL-Metionina	%	0,11	0,08	0,14	0,11	0,09	0,14
Carbonato de potássio 99,5%	%	0,00	0,00	0,00	0,07	0,42	0,51
L-Treonina	%	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02

*BE = balanço eletrolítico; RE = relação eletrolítica

**A Composição dos suplementos vitamínico-minerais utilizados nas rações durante as três fases de criação (quantidade/kg do produto): Inicial: vit. A - 1.670.000 U.I; vit. D3 - 335.000 U.I; vit. E - 2.500 mg; vit. K3 - 417 mg; vit. B1 - 250 mg; vit. B2 - 835 mg; vit. B6 - 250 mg; vit. B12 - 2.000 mcg; ácido fólico - 100 mg; biotina - 9 mg; niacina - 5.835 mg; pantotenato de cálcio - 1.870 mg; Cu - 1.000 mg; Co - 17 mg; I - 170 mg; Fe - 8.335 mg; Mn - 10.835mg; Zn - 7.500 mg; Se - 35 mg; Cloreto de Colina 50% - 116.670 mg; Metionina - 250.000 mg; Coccidiostático - 13.335 mg; Promotor de Crescimento - 13.335 mg; Antioxidante - 2.000 mg. Crescimento: vit. A - 1.335.000 U.I; vit. D3 - 300.000 U.I; vit. E - 2.000 mg; vit. K3 - 335 mg; vit. B1 - 167 mg; vit. B2 - 670 mg; vit. B6 - 170 mg; vit. B12 - 1.670 mcg; ác ido fólico - 67 mg; biotina - 7 mg; niacina - 4.670 mg; pantotenato de cálcio - 1.870 mg; Cu - 1.000 mg; Co - 17 mg; I - 170 mg; Fe - 8.335 mg; Mn - 10.835 mg; Zn - 7.500 mg; Se - 35 mg; Cloreto de Colina 50% - 83.340mg; Metionina - 235.000mg; Coccidiostático - 10.000 mg; Promotor de Crescimento - 10.000mg; Antioxidante - 2.000mg. Terminação: vit. A - 1.670.000 U.I; vit. D3 - 335.000 U.I; vit. E - 2.335 mg; vit. K3 - 400 mg; vit. B1 - 100 mg; vit. B2 - 800 mg; vit. B6 - 200 mg; vit. B12 - 2.000 mcg; ácido fólico - 67 mg; biotina - 7 mg; niacina - 5.670 mg; pantotenato de cálcio - 2.000 mg; Cu - 2.000 mg; Co - 27 mg; I - 270 mg; Fe - 16.670 mg; Mn - 17.335 mg; Zn - 12.000 mg; Se - 70 mg; Cloreto de Colina 50% - 100.000mg; Metionina - 235.000mg; Antioxidante - 2.000 mg. Dosagem de 6 kg do produto por tonelada de ração.

Os tratamentos foram denominados de A, B, C e D, segunda a combinação ou não do equilíbrio eletrolítico na dieta e do condicionamento térmico precoce (Tabela 2).

Tabela 2 - Tratamento segundo a combinação da aplicação ou não do equilíbrio eletrolítico nas dietas e do condicionamento térmico precoce de

Experimento	Tratamento	Aplicação EE [1]	Aplicação do condicionamneto térmico precoce [2]
Agudo (I)	A	Não	Não
	B	Sim	Sim
	C	Não	Sim
	D	Sim	Não
Crônico (II)	A	Não	Não
	B	Sim	Sim
	C	Não	Sim
	D	Sim	Não

[1] Equilíbrio eletrolítico {BE(balanço eletrolítico/mEq/kg)=(Na/22.99 + K/39.10 -

[2] Condicionamento térmico precoce (aplicação aos 5 dias de idade das aves, por 24

Os dados dos experimentos I e II foram combinados, conforme procedimento adotado por Cromwell et al. (1995), assim, o delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial 2x2x2 (com ou sem CTP, com ou sem EE e em estresse térmico crônico ou agudo), totalizando 8 tratamentos, com 16 repetições e 20 aves por parcela experimental (com 1280 aves nos dois experimentos).

A mistura das rações experimentais foi formulada à base de milho, farelo de soja, óleo, suplemento vitamínico, suplemento mineral, calcário e fosfato bicálcico, sendo que os sais cloreto de sódio (NaCl), bicarbonato de sódio (NaHCO3) e carbonato de potássio (K2CO3) foram adicionados conforme as necessidades mínimas em Na, K e Cl e os ajustes eletrolíticos exigidos para cada ração experimental, através do programa PPFR não linear para frangos de corte (GARCIA NETO, 2005).

As aves foram submetidas a um estresse térmico crônico (GONZALEZ-ESQUERRA; LEESON, 2006), com temperatura média de 32°C por um período de 6 h, do 35º ao 39º dias de idade (Figura 1) e pela aplicação de um desafio por estresse térmico agudo (6 horas a 36°C) nas aves no 38° dias de idade (Figura 1). Para que isso fosse possível, o sistema de refrigeração do galpão foi desligado, e o sistema de aquecimento foi ajustado para no máximo 32,5°C.

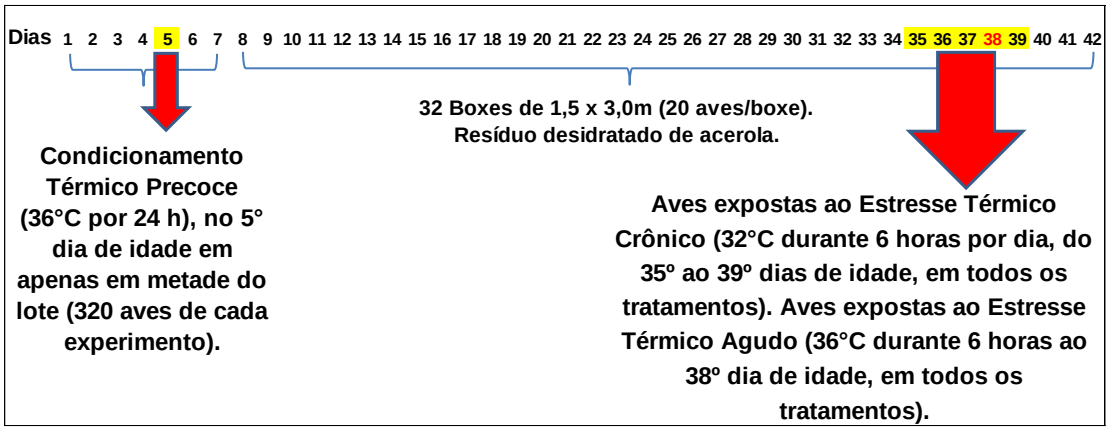


FIGURA 1 - Resumo do experimento - Aplicação do condicionamento térmico precoce e do estresse térmico crônico.

As aves foram avaliadas no 21° e 42° dias de idade quanto ao consumo de ração corrigido (kg/ave/período), conversão alimentar corrigida (kg de ração/kg de ave) e o ganho de peso (kg/ave/período). Os frangos eram observados duas vezes ao dia (manhã e tarde), e toda mortalidade era contabilizada na planilha de correção do consumo de ração e conversão alimentar.

A viabilidade econômica de cada tratamento foi calculada pelo índice de Conversão Bioeconômico Energética (BEC). Porém, para o presente experimento foi feito um aperfeiçoamento da fórmula, visando considerar a viabilidade do lote (Figura 2) e, assim, foi desenvolvida a planilha BEC. Portanto, ao se considerar o peso total do lote (kg de frangos vivos ao final do ciclo de produção e não a média), permite penalizar a mortalidade, na avaliação do BEC

Onde:
a = Consumo da ração (kg)
b = Custo da ração (R$/kg)
c = Energia metabolizável da ração(Mcal/kg)
d = Peso final do lote vivo (kg)
e = Preço pago pelo kg do frango vivo (R$/kg)
1 = Inicial
2 = Crescimento
3 = Terminação

$$\mathbf{BEC} = \frac{[(a_1.b_1.c_1)+(a_2.b_2.c_2)+(a_3.b_3.c_3)]}{(d.e)} = \mathbf{Mcal/kg}$$

FIGURA 2 - Fórmula aperfeiçoada do índice BEC.

Durante o abate foram determinados o peso de gordura abdominal e o peso de cada carcaça de 3 aves com peso vivo semelhante ao peso médio de cada repetição, num total de 96 aves aos 42 dias (experimento I) e 96 aves aos 42 dias (experimento II) de idade.

Na carcaça congelada, após 24 horas do abate, foi realizada a análise de cor em amostras de peito desossados, sem pele e mantidos em 4°C (WOELFEL et al., 2002). Para isso, utilizou-se o espectrofotômetro de cor refletida portátil Mini Scan XE Plus (HunterLab), calibrado com padrões branco e preto, e expressa de acordo com o sistema de cor CIE L*a*b* da Comission Internationale de l'Eclairage. O valor de L* representa a claridade, variando de zero, o que significa que não há claridade (preto absoluto) a 100, que é claridade máxima (branco absoluto). O valor de a* varia de verde (valores negativos) para vermelho (valores positivos) e o valor de b* varia de azul (valores negativos) para amarelo (valores positivos) (MINOLTA, 2007).

Amostras de excretas frescas, foram coletadas de cada parcela experimental no 42º dia (Exp. I e Exp. II) de cada parcela experimental para realizar a avaliação da umidade. As 32 amostras de cada experimento foram pesadas e depois pré-secas em

estufa a 55°C por 72 horas e secas em estufa a 105°C por 12 horas e depois pesadas em balança analítica de precisão Shimadzu bl-3200h.

Os resultados foram submetidos à análise de variância para verificar efeitos de tratamentos e para avaliar os efeitos de cada fator, segundo os procedimentos do PROC GLM do sistema SAS. Para verificar a significância das diferenças entre médias dos tratamentos, foi aplicado o teste t de Student.

3 Resultado e Discussão

Os resultados de desempenho, mortalidade, índice econômico (BEC) e umidade das fezes dos frangos de corte submetidos aos diferentes tratamentos para os experimentos I e II, são apresentados nas Tabelas 3 e 4. Não foram constatados efeitos de interação para nenhum dos parâmetros avaliados, o que significa que não houve sinergismo ao se aplicar simultaneamente o CTP e a dieta com equilíbrio eletrolítico (EE) para as aves desafiadas com estresse crônico e agudo.

Em relação ao experimento I, a avaliação de desempenho das aves não apresentou diferença entre os grupos, ($p > 0,05$). Do mesmo modo, também não houve diferença em relação a mortalidade.

Na Tabela 3, pode-se observar que os tratamentos com EE apresentam em média 2,44% de mortalidade e dietas sem EE tem 3,69%, apesar do valor de $p=0,1154$, pode-se concluir que dietas sem EE a média de mortalidade de aves estressadas termicamente foi 51% maior com um desafio para condições crônicas. Gamba et al. (2015), apresentaram a mesma conclusão em seu experimento, afirmando que a formulação de ração com adequado equilíbrio eletrolítico, levou a maior sobrevivência das aves estressadas em condições semelhantes.

Tabela 3 - Efeitos da combinação do condicionamento térmico precoce (CTP) e do equilíbrio eletrolítico (EE), associado à aplicação do estresse térmico crônico em aves de 35 a 39 dias de idade, sobre as médias para o consumo de ração, o peso vivo, conversão alimentar, mortalidade, conversão bioeconomica energética (BEC) e umidade das fezes de frangos de corte machos de 1-42 dias de idade

Fatores	Consumo de ração (kg)		Peso vivo (kg)		Conversão alimentar (kg)		Mortalidade (%)	BEC	Umidade nas
	1-21 dias	1-42 dias	21 dias	42 dias	21 dias	42 dias	1-42 dias	(Mcal/kg)	Fezes (%)
Com CTP	1,24	5,02	0,92	3,14	1,36	1,60	3,06	1,69	80,46
Sem CTP	1,21	4,93	0,91	3,15	1,33	1,56	3,06	1,66	81,63
Com EE	1,24	5,00	0,93	3,16	1,34	1,58	2,44 (100*)	1,71 (104) A	82,14 (103) A
Sem EE	1,21	4,95	0,90	3,13	1,35	1,58	3,69 (151)	1,64 (100*) B	79,95 (100*) B
Fontes de variação	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F
CTP	0,3048	0,2585	0,9487	0,7850	0,3880	0,0963	0,9922	0,942	0,1694
EE	0,3146	0,5313	0,2704	0,4370	0,7588	0,8897	0,1154	0,0037	0,0134
CTP x EE	0,4706	0,4293	0,2864	0,8080	0,6224	0,421	0,4696	0,4048	0,1257
CV(%)	4,97	4,54	7,24	2,90	6,60	3,51	5,43	3,52	2,91

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de T (P>0,05).

BEC=(consumo de ração*custo da ração*energia metabolizável)/(ganho de peso kg*cotação do kg do frango vivo).

* Valore relativo (%)

Tabela 4 - Efeitos da combinação do condicionamento térmico precoce (CTP) e do equilíbrio eletrolítico (EE), associado à aplicação do estresse térmico agudo em aves com 38° as de idade, sobre as médias para o consumo ração, o peso vivo, conversão alimentar, mortalidade, conversão bioeconomica energética (BEC) e umidade das fezes de frangos de corte machos de 1-42 de idade

Fatores	Consumo de ração (kg)			Peso vivo (kg)			Conversão alimentar (kg)		Mortalidade (%)	BEC	Umidade nas
	1-21 dias	1-35 dias	1-42 dias	21 dias	38 dias	42 dias	21dias	42 dias	1-42 dias	(Mcal/kg)	Fezes (%)
Com CTP	1,25	3,72	5,74	0,91	2,31	3,48 a	1,36	1,81	69,06	4,28	80,85
Sem CTP	1,21	3,66	5,67	0,91	2,33	3,25 b	1,34	1,82	62,19	4,12	81,16
Com EE	1,20 b	3,68	5,69	0,92	2,31	3,34	1,31	1,81	67,19	4,62	81,59
Sem EE	1,26 a	3,70	5,72	0,90	2,34	3,36	1,39	1,81	64,06	3,81	80,43
Fontes de variação	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F
CTP	0,0480	0,8281	0,9043	0,3035	0,7819	0,7818	0,0986	0,9762	0,6274	0,2677	0,2544
EE	0,1403	0,6012	0,7859	0,9415	0,8008	0,0457	0,7014	0,9237	0,2895	0,7528	0,7579
CTP x EE	0,4386	0,2851	0,6424	0,4639	0,2991	0,1268	0,7298	0,8049	0,4389	0,2722	0,1508
CV(%)	6,64	9,07	12,49	6,73	12,19	8,47	9,51	12,01	27,44	44,48	3,48

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de T (P>0,05).

BEC=Conversão Bioeconomica Energética (Mcal/kg). BEC=(consumo total de energia*custo ponderado da ração/kg)/(ganho de peso kg*cotação do kg do frango vivo).

Do mesmo modo, Benton et al. (1998) obtiveram redução na mortalidade nas aves que receberam adição de eletrólitos e foram expostas ao calor.

Apesar disso, em termos bioeconômicos o EE mostra-se desfavorável para frangos de corte, quando submetidos a estresse crônico, por encarecer a ração e também por favorecer fezes mais úmidas (Tabela 3). As rações ficaram mais caras ao tentar acomodar o princípio do equilíbrio eletrolítico na formulação.

Com a adição dos eletrólitos carbonato de potássio (K2CO3) e bicarbonato de sódio (NaHCO3) para atender ao equilíbrio eletrolítico proposto neste experimento, houve uma elevação do custo da ração e pior valor de BEC (quanto maior, menor o custo benefício do tratamento). De acordo com Oliveira et al. (2004), uma opção seria reduzir o valor de BE, pois em seu experimento com suínos, ao alterar o valor do BE de 210 para 170 mEq/kg conseguiu reduziu o custo da ração sem interferir no desempenho.

A avaliação econômica do desempenho nutricional animal se faz necessária para verificar a real margem de lucro numa produção. O BEC se diferencia por incorporar o item mais caro de uma dieta (energia), dando mais eficiência e coerência ao representar os custos/benefícios, por aferir o consumo energético em função da conversão bioeconômica, ou seja, o melhor desempenho e, energeticamente, o maior retorno econômico, decorrendo que, quanto menor o índice, melhor o custo/benefício.

Outro fator negativo para dietas formuladas com o EE proposto foi o aumento da umidade das excretas (Tabela 3), uma vez que culminou em excretas mais pastosas, com 82,14% de umidade, o que, sabidamente, favorece o comprometimento da cama. É plausível justificar esse aumento, principalmente, pela elevação do teor de potássio da dieta (Tabela 1).

O excesso de Na^+ aumenta o consumo de água e o excesso de K^+ resulta em maior perda urinária (ARAÚJO et al., 2010). Consequentemente, ambos resultam em aumento na umidade de cama em razão de excretas mais pastosas.

Várias pesquisas confirmam que a adição de potássio (KCl) à água de bebida ou na ração favorece o aumento do consumo de água pelos frangos de corte criados em condição de estresse calórico (BORGES, 2003). Por isso, é comum a recomendação do uso deste aditivo em rações, objetivando aumentar o consumo hídrico em condições de estresse calórico, com o intuito de auxiliar nos mecanismos de perda de calor corporal de frangos de corte (SMITH; TEETER, 1987; BORGES,2003; SOUZA, 2002).

Entretanto, quando a quantidade de água ingerida aumenta, o volume excretado, proporcionalmente, também se eleva, desfavorecendo a qualidade da cama, devido ao aumento da umidade das excretas, o que prejudica o manejo e o desenvolvimento das aves (GAMBA et al., 2015). Assim, a elevação de umidade de fezes se deve ao excesso de Na+, excesso K+ e ao estresse térmico, o consumo de água pode ser de até 0,5 litros/ave/dia, com temperaturas acima da faixa de conforto térmico (18 a 20ºC) das aves. Todavia, a maior ingestão de água pelos frangos pode ser benéfica em condições de estresse calórico (TEETER et al., 1985), mas no presente experimento não foi constatado tal benefício nas aves submetidas a condições de estresse crônico.

A elevação nos teores de potássio se dá por dois motivos: 1) a principal fonte de proteína usada para a presente formulação é o farelo de soja, que possui alto nível de potássio em sua composição (ARAÚJO et al., 2010); e 2) o uso de carbonato de potássio para formulação das dietas experimentais com equilíbrio eletrolítico (BE = 300 mEq/kg e RE = 3).

Para a ração inicial, tal inconveniente não ocorreu, devido a exigência ter sido fixada em BE = 250 mEq/kg. Assim, para melhores ajustes da formulação, seria oportuno o uso de um balanço eletrolítico entre 250 a 300 mEq/kg e a relação eletrolítica entre 2 e 3. No entanto, a formulação do presente projeto seguiu recomendações de Gamba et al. (2015), visando um equilíbrio eletrolítico que oferecesse um melhor desempenho (BE = 250 mEq/kg) ajustado a maior sobrevivência (BE = 350 mEq/kg) em condições de estresse térmico.

Outra opção de ajuste para a formulação seria optar por outra fonte de proteína para a dieta, com menor concentração de potássio.

Os resultados para as análises estatísticas do peso de carcaça, peso de gordura cavitária, e dos atributos de cor para machos, segundo cada tratamento, são apresentados na Tabelas 5 e 6.

Também, em ambos os experimentos, para as variáveis peso de carcaça (kg), peso de gordura cavitária (g) e cor do peito (L*a*b*), não foram constatadas interações significativas entre os fatores estudados, mostrando a ação independente desses atributos.

Apenas para o experimento I foi constatada diferença para os atributos de cor L* e b* (valores de L* como medidas relativas à alvura, a* relativo ao avermelhado e b* relativo ao amarelado).

A cor do peito foi mais alva ou pálida e amarelada para aquelas aves submetidas ao CTP, ou seja, justamente as aves com maior tempo de exposição ao estresse calórico crônico em vida, ao quinto dia para o condicionamento térmico e, novamente, dos 35° ao 39° dias, quando desafiadas ao período de estresse calórico crônico.

Tabela 5 - Efeitos da combinação do condicionamento térmico precoce (CTP) e do equilíbrio eletrolítico (EE), associados à aplicação do estresse térmico crônico em aves de 35 a 39 dias de idade, sobre as médias para o peso de carcaça sem pés e cabeça, gordura cavitária e característica da cor do peito (Cor L*a*b*) de frangos de corte machos de 1-42 dias de idade

Fatores	Peso vivo (kg)	Peso Carcaça (kg)	Gordura cavitária (g)	Cor do peito		
				L*	a*	b*
Com CTP	3,39	2,61	0,056	58,82	7,93	18,06
Sem CTP	3,42	2,62	0,053	56,25	8,19	17,22
Com EE	3,43	2,61	0,054	58,31	7,96	17,78
Sem EE	3,38	2,62	0,055	56,77	8,17	17,50
Fontes de variação	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F
CTP	0,3616	0,6954	0,4184	0,0123	0,4375	0,048
EE	0,6629	0,8329	0,6844	0,1213	0,5249	0,5052
CTP x EE	0,0777	0,1818	0,4184	0,1196	0,7900	0,7122
CV(%)	4,48	4,44	15,83	4,72	11,58	6,56

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste T (P>0,05).
L*=Luminosidade, expressa em percentagem (de 0 para preto e 100 para branco); a*=coordenada vermelho/verde (+a indica vermelho e -a indica verde); b*=coordenada amarelo/azul (+b indica amarelo e -b indica azul) - Disponível em: htt0://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/#sthash.5fVQkPAX.dpuf.

Tabela 6 - Efeitos da combinação do condicionamento térmico precoce (CTP) e do equilíbrio eletrolítico (EE), associado à aplicação do estresse térmico agudo em aves de 38 dias de idade, sobre as médias para o peso vivo no abate, peso de carcaça sem pés e cabeça, gordura cavitária, rendimento de carcaça e característica da cor do peito (Cor L*a*b*) de frangos de corte machos de 1-42 de idade

Fatores	Peso Vivo (kg)	Peso Carcaca (kg)	Gordura cavitária (g)	Cor do peito		
				L*	a*	b*
Com CTP	3,43	2,59	129,69	65,90	8,45	23,17
Sem CTP	3,44	2,56	125,29	66,55	8,29	23,18
Com EE	3,38	2,53	129,40	65,80	8,41	23,43
Sem EE	3,49	2,62	125,58	66,65	8,33	22,92
Fontes de variação	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F
CTP	0,3972	0,4069	0,4992	0,3333	0,8152	0,2173
EE	0,9559	0,8034	0,4365	0,4591	0,6490	0,9745
CTP x EE	0,3130	0,3563	0,8096	0,4922	0,5128	0,0754
CV(%)	10,24	12,60	12,35	3,67	11,87	4,88

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de T (P>0,05).
L= luminância, expressa em percentagem (de 0 para o preto a 100 para o branco); a e b: duas gamas de cor que vão, respectivamente, do verde ao vermelho e do azul ao amarelo.

Da mesma forma, Bianchi et al. (2007), detectaram em sua pesquisa maiores valores L* e b* em peitos de frangos de corte abatidos durante o verão. O estresse térmico, imediatamente antes do abate, demonstrou afetar a cor da carne de perus (NGOKA; FRONING, 1982) e, também, de frangos de corte (NORTHCUTT et al., 1994). Em parte, o presente experimento confirma que o estresse térmico pode comprometer a apresentação do frango de corte, em termos de cor (Tabela 5).

Todos os valores de L* do presente experimento foram acima de 49, além de demonstrar a coloração da carcaça alterada, o valor L* possui relação com a capacidade de retenção de água da carcaça. Ou seja, quanto maior for o valor de L*, menor será a capacidade de retenção de água, e o peito exibirá uma textura menos macia. Portanto, valor de L* elevado não é um bom padrão para carcaça de frangos de corte, pois além de resultar em carne menos macia, altera a coloração deixando-a mais pálida; opções, essas que não agradam o consumidor.

A expectativa de que frangos estressados pelo calor passariam a depositar uma maior quantidade de gordura na carcaça (CHENG et al., 1997), não foi confirmada no presente projeto (Exp. I e II).

Frente aos resultados obtidos, tanto o condicionamento térmico precoce, como o equilíbrio eletrolítico da dieta não foram eficientes para minimizar os efeitos negativos causados pelo estresse térmico crônico ou agudo em frangos de corte. A literatura apresenta bons resultados das referidas estratégias para o estresse agudo, segundo Yahav e McMurtry (2001), Minello et al. (2012) e Gamba, et al. (2015), mas não observados para o experimento II.

Conforme a Tabela 7, os dados dos experimentos I e II foram combinados, conforme procedimento adotado por Cromwell et al. (1995), particularmente para

índices de cor (L*, a*, b*), mortalidade, gordura cavitária e BEC, confirmaram não haver interações significativas entre tratamentos *versus* experimento, podendo concluir que os efeitos dos tratamentos avaliados são independentes dos experimentos (I e II).

Os índices de cor L* e b* mostraram-se desfavoráveis para as aves que receberam em vida o estresse agudo (P<0,0001). Ou seja, evidenciando que além dos prejuízos da alta mortalidade, há redução da qualidade da carne nas que sobrevivem, por favorecer uma condição de carne pálida, e ainda, os valores encontrados no presente projeto (L*=66,22) (Tabela 6), para aves submetidas à estresse agudo, apresentam-se semelhantes ao índice mais alto (L*=68,4) disponibilizado por Smith e Northcutt, (2009)

A mortalidade foi 21,44 vezes maior (65,63/3,06) para aves submetidas ao estresse agudo (P<0,001) (Tabelas 3 e 4) quando comparadas aquelas desafiadas com estresse crônico. E ainda, em relação à deposição de gordura cavitária (gramas), houve uma diminuição de 2,35 vezes (0,1275/0,05425) para as aves submetidas ao estresse crônico (P<0,0001) (Tabelas 5 e 6).

Finalmente, em relação ao índice BEC, este foi 2,52 vezes maior (4,225/1,675) para aves desafiadas com estresse agudo (P<0,0001) (Tabelas 3 e 4, Figura 2), quando comparadas ao estresse crônico. Além disso, o estresse agudo, como esperado, causou alta mortalidade e desta forma, grandes prejuízos nos investimentos do processo de produção do frango de corte, além do problema da disposição correta das aves mortas (DEATON et al., 1986; PLAVNIK; YAHAV, 1998; TABLER et al. 2002), que coerentemente foi demostrado pelo índice BEC.

Também, de forma óbvia, as aves submetidas ao estresse crônico, consumiram suas reservas energéticas (gordura corporal), pois durante o período de estresse sua

Tabela 7 - Efeitos da combinação dos experimentos I e II (aplicação do estresse térmico crônico e agudo), sobre as médias para caracteristícas da cor do peito (Cor L*a*b*), mortalidade (%), gordura cavitária (g) e conversão bioeconômica energética (BEC) de frangos de corte machos

Fatores	Consumo de ração	Peso vivo	Conversão alimentar	Umidade de fezes	L*	a*	b*	Mortalidade	Gordura abdominal	BEC
	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F	Pr > F
Tratamentos (Trat)	0,8363	0,6185	0,9577	0,0248	0,5346	0,9053	0,1822	0,6267	0,7343	0,3728
Experimentos (Exp)	0,9998	0,416	0,9983	0,8826	<0,0001	0,2064	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Trat*Exp	0,9859	0,7287	0,9651	0,8761	0,108	0,7464	0,1966	0,5135	0,7696	0,4343
CV	9,26	7,22	8,77	3,17	3,86	11,74	5,61	37,31	13,91	44,13
R^2	0,02	0,07	0,01	0,16	0,80	0,06	0,87	0,87	0,91	0,54
CTP	0,5443	0,7676	0,7415	0,3488	0,2513	0,8391	0,1510	0,2879	0,3327	0,6922
EE	0,9397	0,2286	0,9495	0,0202	0,4692	0,7891	0,1777	0,7709	0,6189	0,1970
Exp	0,9998	0,4160	0,9983	0,8826	<0,0001	0,2064	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
CTP*EE	0,4931	0,6173	0,6592	0,0563	0,5116	0,5074	0,3101	0,4734	0,8509	0,2589
CTP*Exp	0,9308	0,9400	0,6059	0,6429	0,0955	0,3855	0,1389	0,2879	0,6756	0,7850
EE*Exp	0,7597	0,6718	0,9957	0,5500	0,1179	0,5425	0,6909	0,4975	0,4793	0,2832
CTP*EE*Exp	0,8384	0,2993	0,9683	0,7485	0,2666	0,7660	0,1250	0,4051	0,5381	0,2255

L*=Luminosidade, expressa em percentagem (de 0 para preto e 100 para branco); a*=coordenada vermelho/verde (+a indica vermelho e -a indica verde); b*=coordenada amarelo/azul (+b indica amarelo e -b indica azul) - Disponível em: htt0://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/#sthash.5fVQkPAX.dpuf.

resposta comportamental é eriçar as penas e afastar as asas do corpo, aumentar o consumo de água fria, elevação da taxa respiratória, e drástica redução do consumo de ração (TEETER et al. 1985, VALE et al., 2010).

4 Conclusão

Pode-se concluir que não houve efeito de interação com a aplicação do equilíbrio eletrolítico (EE) simultaneamente com o termo condicionamento precoce (TCP). Assim, tanto o EE como o TCP não foram eficazes para minimizar os efeitos negativos causados pelo estresse térmico crônico e agudo em de frangos de corte.

REFERÊNCIAS

AHMAD, T.; SARWAR, M. Dietary electrolyte balance: implications in heat stressed broilers. **World's Poultry Science Journal**, v. 62, n.4, p. 638-653, 2006.

ARAÚJO, W. A. G.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; CARVALHO T. A.; NETO A. C. R. Potássio na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.7, n. 4, p.1280-1291, 2010.

BENTON, C.E.; BALNAVE, D.; BRAKE, J. Review: the use of dietary minerals during heat stress in broilers. **The Professional Animal Scientist**, v. 14, p. 193-196, 1998.

BIANCHI, M.; PETRACCI, M.; SIRRI, F.; FOLEGATTI, E.; FRANCHINI, A.; MELUZZI, A. The influence of the season and market class of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 86, p. 959-963, 2007.

BORGES, S.A.; ARIKI, J.; MARTINS, C.L.; MORAES, V.M.B. Suplementação de cloreto de potássio para frangos de corte submetidos a estresse calórico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 313-319, 1999.

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

CHENG, T.K.; HAMRE, M.L.; COON, C.N. Responses of broilers to dietary protein levels and amino acid supplementation to low protein diets at various environmental temperatures. **Journal of Applied Poultry Research**, v.6, p.18–33, 1997.

CROMWELL, G.L.; COFFEY, R.D.; PARKER, G.R.; MONEGUE H.J.; RANDOLPH, J.H. Efficacy of a recombinant-derived phytase in improving the bioavailability of phosphorus in corn-soybean meal diets for pigs. **Journal of Animal Science,** v.73, p.2000-2008, 1995. In: <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/pdfs/73/7/2000>. Acesso em 15/03/16.

DEATON, J. W.; REECE, F. N.; BRANTON, S. L.; MAY, D. J. High environmental temperature and broiler livability. **Poultry Science**. v.65, p.1268-1269, 1986.

GAMBA, J.P.; RODRIGUES, M.M.; GARCIA NETO, M.; PERRI, S.H.V.; FARIA JÚNIOR M.J. A; PINTO, M.F. The strategic application of electrolyte balance to minimize heat stress in broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 17, n.2, p 237-246, 2015.

GARCIA NETO, M. **Programa prático para formulação de rações** / frangos de corte PPFR. Disponível em:<http://www.foa.unesp.br/downloads/categoria.asp?CatCod=4&SubCatCod=138>. Acesso em 22/03/2016.

GONZALEZ-ESQUERRA, R.; LEESON, S. Physiological and metabolic responses of broilers to heat stress - implications for protein and amino acid nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v. 62, p. 282-295, 2006.

MINELLO, M.C.S.; ALMEIDA, M.A.; SANDRE, D.G.; GARCIA NETO, M.; FARIA JUNIOR, M.J.A.; PINTO, M.F. Equilíbrio eletrolítico e condicionamento térmico: redução do estresse térmico agudo em frangos de corte. Botucatu – SP. **Veterinária e Zootecnia**. v.19, p. 136-137, 2012.

MINOLTA, K. **Precise color communication.** 2007. Disponível em <www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf> . Acesso em: 15 mar. /2016.

MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **The Proceednigs of the Nutrition Society**, v. 40, p. 285-294, 1981.

MONGIN, P.; SAUVEUR. B. Interrelationships between mineral nutrition, acid-base balance, growth and cartilage abnormalities. In: BOORMAN, K.N.; WILSON,B. (ed.). **Growth and poultry meat production**. Edinburgh: British Poultry Science, 1977. p. 235-247.

NGOKA, D. A.; FRONING, G. W. Effect of free struggle and preslaughter excitement on color of turkey breast muscles. **Poultry Science**, v. 61, p 2291–2293, 1982.

NORTHCUTT, J.K.; FOEGEDING, E.A.; EDENS, F.W. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. **Poultry Science**, v.73, p.308-316, 1994.

OLIVEIRA, E.C.O.; MURAKAMI, A.E.; FRANCO, J.R.G.; CELLA, P.S.; SOUZA, L.M.G. 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, p. 293-299, 2003.

OLIVEIRA, G. C.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C. Efeito das dietas de baixo teor de proteína bruta, suplementadas com aminoácidos, para leitões machos castrados (15 a 30 kg). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1747-1757, 2004.

PLAVNIK, I.; YAHAV, S. Effect of environmental temperature on broiler chickens subjected to growth restriction at an early age. **Poultry Science,** v. 77, p. 870-872. 1998.

SMITH, D.P.; NORTHCUTT, J.K. Pale poultry muscle syndrome**. Poultry Science**, v. 88, p 2008-00509, 2009.

SMITH, M.O.; TEETER, R.G. Potassium balance of the5 to 8-week-old broiler exposed to constant heat or cycling high temperature stress and the effects of supplemental potassium chloride on body weight gain and feed efficiency. **Poultry Science**, v. 66, p. 487-492. 1987.

SMITH, M.O.; TEETER, R.G. Effect of ammonium chloride and potassium chloride on survival of broiler chicks during acute heat stress. **Nutrition Research**, v.7, p.677-681, 1987

SOUZA, B.B.; BERTECHINI, A.G.; TEIXEIRA, A.S.; LIMA, J.A.F.; FREITAS, R.T.F. Efeito da suplementação de cloreto de potássio na dieta sobre o equilíbrio ácido-básico e o desempenho de frangos de corte no verão. **Ciência Agrotecnologia**, v. 26, p. 1297-1304, 2002.

TABLER, G.T.; BERRY, I.L.; XIN, H.; BARTON, T. L. Spatial distribution of mortality in broiler flocks. **Applied Poultry Research,** v.11, p.388-396. 2002.

TEETER, R.G.; SMITH, M.O.; OWENS, F.N.; ARP, S.C.; SANGIAH, S.; BREAZILE, J.E. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: ocorrence and treatment in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 64, p. 1060-1064, 1985.

VALE, M. M.; MOURA, D. J.; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D. F. Characterization of heat waves affecting mortality rates of broilers between 29 days and market age. **Revista Brasileira de Ciência Avicicola** Campinas , v. 12, n. 4, p. 279-285, Dec. 2010 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2010000400010&lng=en&nrm=iso>. access on 10/03/2016.

WOELFEL, R. L.; OWENS, C. M.; HIRSCHLER, E. M.; MARTINEZ-DAWSON, R.; SAMS, A. R. The Characterization and Incidence of Pale, Soft, and Exudative Broiler Meat in a Commercial Processing Plant. **Poultry Science**, v. 81, p.579-584, 2002.

YAHAV, S.; McMURTRY, J. P. Thermotolerance acquisition in broiler chickens by temperature conditioning early in life – the effect of timing and ambient temperature. **Poultry Science**, v.80, p. 1662-1666, 2001.