



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS “PROF^a. CINOBELINA ELVAS”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**PRODUÇÃO DE CALOR DE FRANGOS DE CORTE:
EFEITO DO BALANÇO ELETROLÍTICO DIETÉTICO**

DONÁRIA MIRANDA DE SOUSA

Bom Jesus – PI

2018

DONÁRIA MIRANDA DE SOUSA

**PRODUÇÃO DE CALOR DE FRANGOS DE CORTE:
EFEITO DO BALANÇO ELETRÓLITICO DIETÉTICO**

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Leilane Rocha Barros Dourado

Dissertação apresentada ao *Campus* Prof^ª Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Zootecnia, na área de Produção Animal (linha de pesquisa Nutrição Animal e Produção de Alimentos), para obtenção do título de Mestre.

Bom Jesus – PI

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS “PROFª. CINOBELINA ELVAS”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

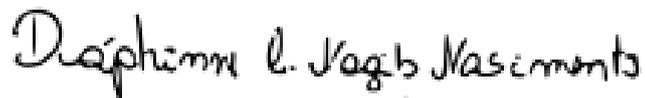
Título: Produção de Calor de Frangos de Corte: Efeito do Balanço Eletrólítico
Dietético

Autor: Donária Miranda de Sousa

Orientadora: Profª Drª. Leilane Rocha Barros Dourado

Aprovada em:

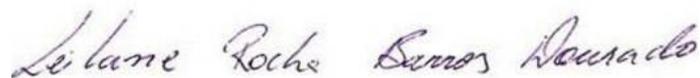
Banca Examinadora:



Drª. Daphinne Cardoso Nagib do Nascimento



Profº. Dr. Daniel Biagiotti



Profª. Drª. Leilane Rocha Barros Dourado

Bom Jesus-PI

2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial de Bom Jesus
Serviço de Processamento Técnico

S725p Sousa, Donária Miranda de.

Produção de calor de frango de corte: efeito do balanço eletrolítico dietético. / Donária Miranda de Sousa. – 2018.

45 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Campus Prof.^a Cinobelina Elvas, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Produção Animal Nutrição Animal e Produção de Alimentos), Bom Jesus-PI, 2018.

Orientação: “Prof.^a Dra. Leilane Rocha Barros Dourado”.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais José Dima e Zélia, pelo cuidado e amor pela minha vida, ao meu amado Venilson, pelo apoio e motivação em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor por ter me conduzido nesta caminhada, por me capacitar e direcionar os meus passos, por me encorajar nos momentos de dificuldade e por me dar forças todos os dias para continuar persistindo em busca dos meus sonhos.

Aos meus pais pelo cuidado, carinho, atenção, e especialmente pela compreensão, pois estive ausente em alguns momentos que foram únicos e marcantes na família, já que muitas vezes a maior parte da minha vida acadêmica exigiu tão grande sacrifício.

Aos meus amados irmãos Bruno e Donéria, meus exemplos em sabedoria e dedicação ao próximo, agradeço pelo cuidado, pela atenção e pelo o amor demonstrado à minha vida.

A minha querida orientadora Dra. Leilane, que muito se dedicou e sempre esteve de braços abertos para me receber, obrigada pelos conselhos e até mesmo pelas repreensões, pelo apoio e compreensão.

Ao André e Jamile, que foram fundamentais na execução da pesquisa e nas análises e tabulação dos dados! Merecem toda minha gratidão e consideração pela determinação e desempenho aplicado nesta pesquisa. Aos membros do GENPAS sempre atuantes nos projetos, minha gratidão também!

A UFPI e todos os profissionais que fazem parte desta instituição, e pela oportunidade de fazer parte e contribuir para o crescimento científico do público acadêmico.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de realização do curso, e a todos integrantes da coordenação que realizam um excelente trabalho.

Ao Colégio Técnico de Bom Jesus (CTBJ), pela disponibilização de instalações e condições para realização do experimento.

Ao CNPq pelo financiamento e incentivo, que muito contribuiu para realização desta pesquisa.

E a todos que de alguma forma contribuiu, pois são muitos os que fizeram e fazem parte da minha história, sou grata pelas palavras de motivação e afeto, que fizeram toda diferença, e me fez ter ânimo em meio à batalha, para assim continuar lutando pelos os meus objetivos.

“Aqueles que semeiam com lágrimas, com cantos de alegria colherão. Aquele que sai chorando enquanto lança a semente, voltará com cantos de alegria, trazendo os seus feixes.”

Salmos 126:5-6

SÚMARIO

LISTA DE TABELA	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO GERAL	x
ABSTRACT GERAL	xi
INTRODUÇÃO GERAL	12
CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA	14
1 INFLUÊNCIA DO ESTRESSE POR CALOR X ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS	15
2 MECANISMOS DE PRODUÇÃO DE CALOR EM AVES COM ESTRESSE TÉRMICO	16
3 BALANÇO ELETROLÍTICO DIETÉTICO	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
CAPÍTULO 2. Produção de calor de frangos de corte: efeito do balanço eletrolítico dietético	26
RESUMO	27
ABSTRACT	28
Introdução	28
Materiais e métodos	29
Resultados	33
Desempenho	33
Produção de calor	34
Discussão	35
Conclusão	39
Tabelas	42

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Médias das variáveis climáticas durante o período experimental.....	41
Tabela 2. Composição das dietas basais para fase inicial (8 a 21 dias) e crescimento (22 a 34 dias) de frangos de corte utilizada no experimento.....	41
Tabela 3. Valores da inclusão de K_2CO_3 , $NaHCO_3$ e NH_4Cl para compor o balanço eletrolítico das dietas experimentais para frangos de corte em substituição ao inerte.....	42
Tabela 4. Níveis de sódio (Na^+), potássio (K^+), cloro (Cl^-) e relações entre os eletrólitos presentes nas dietas experimentais.....	43
Tabela 5. Níveis de balanço eletrolítico dietético (BED) sobre o desempenho de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade.....	43
Tabela 6. Níveis de balanço eletrolítico dietético (BED) sobre o desempenho de frangos de corte de 22 a 34 dias de idade.....	44
Tabela 7. Níveis de balanço eletrolítico dietético (BED) de frangos de corte na fase de 8 a 21 dias de idade.....	44
Tabela 8. Níveis de balanço eletrolítico dietético (BED) de frangos de corte na fase de 22 a 34 dias de idade.....	45

LISTA DE FIGURAS

Gráfico 1. Níveis de balanço eletrolítico dietético (BED) sobre a produção de calor de frangos de corte na fase de 22 a 34 dias de idade.....	45
--	----

RESUMO GERAL

SOUSA, D. M. Produção de Calor de Frangos de Corte: Efeito do Balanço Eletrolítico Dietético. 2018. Número de folhas. Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2018.

A adição de eletrólitos na dieta é essencial para estabelecer o equilíbrio ácido básico, levando em consideração as condições ambientais das aves, assim promovendo melhor desempenho produtivo dos animais. Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de cinco níveis de balanço eletrolítico dietético (BED) (110, 175, 240, 305, 370) sobre o desempenho e produção de calor em frangos de corte. Foram conduzidos dois ensaios, um com 245 pintos machos na fase de 8 a 21 dias e outro com 210 frangos de corte de 22 a 34 dias de idade, ambos da linhagem Cobb®, distribuídos em baterias metálicas, constituídas por gaiolas de 1x1x0,5m como unidades experimentais, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, 7 repetições de 7 aves (8-21dias) e com 7 repetições de 6 aves (22-34 dias) respectivamente para cada fase. Na fase de 8 a 21 dias verificou-se efeito quadrático ($P<0,05$) para peso médio (PM), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), energia metabolizável ingerida (EMI) e produção de calor (PC), verificou-se que nas médias das variáveis PM, GP e CA houve melhor desempenho dos frangos de corte e menor produção de calor no nível de 110 mEq/kg e no nível 370 mEq. As variáveis de desempenho e produção de calor foram avaliadas no final de cada fase, aos 21 e 34 dias de idade. Na fase de 22 a 34 dias de idade os níveis de BED testados influenciaram de forma linear crescente ($P<0,05$) a variável CA, e decrescente o GP e PM dos frangos de corte. Verificou-se melhor desempenho dos frangos de corte que consumiram dietas com 110 mEq de BED/kg tanto na fase inicial (8-21 dias) como na fase de crescimento (22-34 dias), recomenda-se utilizar BED de 110 mEq/kg na ração. Para otimização da produção de calor a recomendação do BED é de 110mEq/kg e 213mEq/kg, para a fase inicial e crescimento, respectivamente.

Palavras-chave: cloreto de amônia, eletrólitos, estresse, manutenção.

ABSTRACT GERAL

SOUSA, D. M. Heat Production of Broiler Chickens: Effect of Dietary Electrolytic Balance. 2018. Number of sheets. Dissertation - Master in Animal Science - Federal University of Piauí, Bom Jesus, 2018.

The addition of electrolytes in the diet is essential to establish the basic acid balance, taking into account the environmental conditions of the birds, thus promoting better productive performance of the animals. The objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of five levels of dietary electrolyte balance (DEB) (110, 175, 240, 305, 370) on the performance and heat production in broilers. Two trials were carried out, one with 245 male chicks in the 8 to 21 days phase and the other with 210 broilers from 22 to 34 days of age, both of Cobb®, distributed in metallic batteries, consisting of cages of 1x1x0,5m as experimental units, the completely randomized design was used, with 5 treatments, 7 replicates of 7 birds (8-21 days) and 7 replicates of 6 birds (22-34 days) respectively for each phase. In the 8 to 21 days period, there was a quadratic effect ($P < 0.05$) for medium weight (MW), weight gain (WG), feed conversion (FC), ingested metabolizable energy (IME) and heat production (HP), it was verified that in the averages of the MW, WG and FC variables there was better broiler performance and lower heat production at the level of 110 mEq / kg and at the 370 mEq level. The variables of performance and heat production were evaluated at the end of each phase, at 21 and 34 days of age. In the 22 to 34 days of age, the DEB levels tested influenced the linear variable ($P < 0.05$) and decreased the WG and MW of the broilers. There was a better performance of the broilers that consumed diets with 110 mEq of DEB / kg in the initial phase (8-21 days) and in the growth phase (22-34 days), it is recommended to use DEB of 110mEq / kg in the feed. But for optimization of heat production the DEB recommendation is 110 mEq / kg and 213mEq / kg for the initial phase and growth, respectively.

Key words: ammonium chloride, electrolytes, stress, maintenance.

INTRODUÇÃO GERAL

As aves têm apresentado respostas eficientes aos novos padrões de criação implementados nos sistemas de criação intensivo no Brasil, entretanto, mesmo com a inclusão de novos padrões na criação de frangos de corte, ainda existe muitos desafios na produção que precisam ser contornados. A ambiência é um fator que merece respaldo, pois os animais precisam de um ambiente que proporcione conforto térmico para desenvolver todo seu potencial genético.

O estresse térmico é considerado um problema na avicultura, pois está associado com o comprometimento no desempenho e produtividade das aves devido a declínios no consumo de ração, utilização de nutrientes, taxa de crescimento e eficiência alimentar (CARVALHO et al., 2015).

Por serem animais homeotérmicos as aves necessitam de ambientes próximos a sua zona de conforto térmico, pois o mecanismo de homeostase é eficiente somente quando a temperatura ambiente está dentro de certos limites (ABREU; ABREU, 2011). Quando as aves são expostas a altas temperaturas ambientais diminuem o consumo de alimento, assim reduzindo os substratos metabólicos disponíveis e conseqüentemente diminuem a produção de calor endógeno, deste modo, é essencial levar em consideração a interação entre a nutrição e temperatura ambiental, para determinação da exigência nutricional mais adequada (BOIAGO et al., 2013).

Uma alternativa nutricional que vem sendo estudada para minimizar o efeito do estresse por calor é a adição de eletrólitos na dieta das aves, pois a determinação dos níveis ideais de sódio (Na^+), potássio (K^+) e cloro (Cl^-) são importantes para cada fase de produção da ave, devido à participação do balanço eletrolítico dietético e nas funções do organismo (VIEITES et al., 2011).

O balanço eletrolítico é determinante no equilíbrio ácido-básico, e pode ser entendido como a soma dos cátions e ânions presentes nos fluidos corporais, no qual é dado pela soma dos eletrólitos ingeridos e excretados pelos animais (JUNQUEIRA et al., 2015).

No entanto, ainda existem divergências sobre os níveis de balanço eletrolítico adequados para o melhor desempenho das aves (VIEITES et al., 2011), sendo necessários novos estudos sobre adição de níveis de balanço eletrolítico na dieta para melhorar o desempenho dos animais em condições de estresse por calor.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de balanço eletrolítico dietético sobre as características de desempenho e produção de calor frangos de corte nas fases de 8 a 21, e de 22 a 34 dias.

A dissertação foi desenvolvida sob o protocolo n. 075/15 na comissão de ética no uso de animais (CEUA/UFPI) e estruturada conforme as normas para elaboração de dissertações do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ) da UFPI da seguinte forma: INTRODUÇÃO GERAL; CAPITULO 01. Revisão Bibliográfica elaborada de acordo com as normas do PPGZ; CAPITULO 02 – artigo científico intitulado: “Produção de calor de frangos de corte: efeito do balanço eletrolítico dietético,” elaborado de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira; e CONSIDERAÇÕES FINAIS.

CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA
Elaborada de acordo com as normas do PPGZ

1 INFLUÊNCIA DO ESTRESSE POR CALOR X ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS

Em algumas regiões do Brasil, em que apresenta condições de clima tropical e até mesmo subtropical, é comum o registro de temperatura e umidade do ar acima da zona de conforto térmico dos frangos de corte, o que muitas vezes acaba limitando à expressão do potencial genético para produção (GIACOBBO et al., 2014).

Na produção avícola a temperatura ambiente pode ser considerada o fator com maior efeito, uma vez que na maioria das condições as aves estão confinadas, apresentando pouca margem de manobra, nessas situações há uma dificuldade para realizar os ajustes comportamentais necessários à manutenção da temperatura corporal (MACARI; FURLAN; MAIORKA, 2004).

A maioria das instalações avícolas no Brasil é construída sem isolamento térmico satisfatório, sendo incapazes de atingir o conforto térmico necessário para os frangos de corte (CASSUCE, 2011). De acordo com Junqueira et al., (2000) o impacto negativo sobre o desempenho do animal ocorre quando as aves são submetidas a altas temperaturas, comprometendo, dessa forma seu desempenho produtivo.

A zona de termo neutralidade está relacionada a um ambiente térmico ideal, no qual as aves encontram condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas (NAZARENO et al., 2009). Os fatores climáticos podem influenciar no desempenho produtivo, porém, além desses fatores a dieta também pode influenciar no desempenho, pois também interfere diretamente no equilíbrio ácido-básico. As medidas de mudanças nas instalações e manipulação da dieta são de grande importância, pois melhoram o desempenho dos frangos de corte submetidos a condições de temperaturas elevadas, minimizando os efeitos negativos do estresse térmico, além de auxiliar na manutenção do equilíbrio ácido-básico do organismo (BORGES et al., 2003).

A adição de óleos vegetais tem sido utilizada como estratégia de reduzir os efeitos do estresse por calor. Nobakht et al. (2011) avaliaram a inclusão de diferentes fontes e níveis de óleos vegetais em rações de frangos de corte, no qual afetou significativamente o desempenho dos animais.

Outra estratégia utilizada para minimizar os efeitos do estresse por calor nas aves, é a adição de eletrólitos na dieta, pois o desempenho zootécnico dos frangos de corte pode ser afetado pelo balanço eletrolítico dietético que é dado pela soma do Na^+ , K^+ e Cl^- presentes na ração das aves (VIEITES et al., 2011). Porém os níveis desses eletrólitos devem ser ajustados de acordo com as condições ambientais em que aves se encontram.

Desta maneira, a inclusão de eletrólitos pode ser realizada através da água ou ração, com o intuito de reduzir as perdas decorrentes do estresse por calor (BORGES et al., 2003).

O estresse por calor é um dos principais agentes desencadeadores do desequilíbrio eletrolítico, ou seja, alterações na homeostase ácido-básico, caracterizada pela alcalose respiratória (MONGIN, 1981). Borges et al., (2003) relata que o estresse por calor também provoca alterações no equilíbrio ácido-base das aves, pois, os níveis de íons cloro (Cl^-) no plasma aumenta e há redução na excreção de íons H^+ e reabsorção de HCO_3^- pelos rins. Estas alterações contribuem para a acidificação do sangue em resposta à alcalose desencadeada pelo estresse por calor.

Borges et al. (2003) constataram que frangos de corte criados em condições de altas temperaturas podem apresentar alcalose respiratória, o que provocaria, diretamente, queda de desempenho zootécnico. O aumento da frequência respiratória acarreta um desequilíbrio no pH sanguíneo desencadeando alcalose respiratória, distúrbio metabólico que interfere nos índices produtivos das aves, podendo levá-las a morte (BORGES, 2001).

Portanto, em condições de altas temperaturas ambientais há um aumento da exigência de energia para manutenção das aves (LONGO et al., 2006). A energia para manutenção inclui o metabolismo basal, a produção de calor e as atividades normais, sendo diretamente relacionada ao peso corporal. Dessa forma, o incremento calórico pode ser definido como a perda de energia em forma de calor durante os processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes (SAKOMURA et al., 2004). Dessa forma, faz-se necessário a melhor compreensão dos mecanismos de produção de calor.

2 MECANISMOS DE PRODUÇÃO DE CALOR EM AVES COM ESTRESSE TÉRMICO

Os frangos de corte adquirem calor através dos gastos com a energia de manutenção, que correspondem à energia necessária para o metabolismo basal, inerentes a produção de calor, bem como para as funções orgânicas normais, como o crescimento e alimentação, assim a elevação da temperatura corporal ocorre devido esses processos metabólicos no organismo (NASCIMENTO, 2010).

De acordo com Junqueira et al., (2000) quando a ave é submetida à combinação de umidade relativa e temperatura acima da sua zona de conforto térmico, esta tem a sua capacidade de dissipação de calor reduzida e como consequência, há aumento da

temperatura corporal, que, por sua vez, exerce impacto negativo sobre o desempenho do animal, comprometendo a eficiência alimentar, o consumo de alimento, a taxa de crescimento e a produtividade. A produção de calor metabólico é um dos fatores que mais influenciam a redução do consumo de ração das aves no período de calor (SIQUEIRA et al., 2007).

O estresse térmico nos frangos de corte ocasiona perdas substanciais como a redução do consumo de ração, pois estes tentam diminuir a produção de calor interno devido ao consumo de energia da ração. Tanto a digestão quanto a absorção dos nutrientes geram energia, que são liberados na forma de calor (NASCIMENTO, 2010).

Quando expostos ao calor, os frangos de corte ativam mecanismos fisiológicos responsáveis pela dissipação deste, e diminuem sua produção metabólica (FURLAN; MACARI, 2008). Segundo Borges; Maiorka e Silva (2003) em condições de estresse por calor os frangos de corte tem tendência de afastar as asas do contato com o corpo para aumentar a superfície de contato com o ambiente, facilitando a ventilação e a troca de calor, além de aumentar o consumo de água e a frequência respiratória.

O aumento dos movimentos respiratórios também desencadeia uma maior contração da musculatura envolvida na respiração, gerando mais calor ao animal, que pode levá-lo a hipertermia, além do desperdício energético para manutenção da estabilidade fisiológica (FURLAN; MACARI, 2008).

O estresse por calor promove agitação das aves, assim os mesmos se dispersam para aumentar a dissipação do calor corporal para o ambiente, também apresentam temperatura retal aumentada, abrem as asas aumentando a dissipação do calor, diminuem o consumo de ração com o intuito de reduzir a produção de calor metabólico, conseqüentemente prejudicando o ganho de peso (MEDEIROS, 2001).

No balanço térmico, os frangos de corte estão em troca térmica contínua com o ambiente, porém, este mecanismo somente é eficiente quando a temperatura ambiental se encontra dentro da zona de conforto para a ave (ABREU; ABREU, 2011). As aves são classificadas como animais homeotérmicos e apresentam a capacidade natural de manter a temperatura interna constante (BRIDI, 2010).

Para que seja considerado estresse térmico é necessário que a temperatura ultrapasse a zona de conforto térmico da ave que se situa entre 18 a 28 ° C. Segundo Abreu e Abreu (2011), a temperatura de 32°C é considerada crítica, qualquer temperatura acima deste valor a ave se encontra em estresse térmico.

Os frangos de corte podem alterar o comportamento para manter da temperatura corporal (NASCIMENTO, 2015). Assim, o comportamento pode ser utilizado para identificar situações de estresse, aumentando o consumo de água e diminuindo o consumo de alimento. Em frangos de corte pode ser observado comportamentos de bicar penas, banhos de poeiras, ciscar, prostrar, atividades de locomoção e agrupamento. O comportamento das aves é um reflexo de bem-estar em um determinado momento, e está relacionado a fatores fisiológicos e ambientais (COSTA et al., 2012).

A produção de calor em frangos de corte é definida pela perda de energia pelo animal, podendo ser medida por calorimetria direta, indireta ou através de análise corporal denominada de calorimetria animal, utilizando-se a técnica do abate comparativo. A produção de calor é obtida pela diferença entre a ingestão de energia metabolizável e energia retida no corpo (SAKOMURA, ROSTAGNO, 2007).

Em situações de estresse por calor as aves reduzem o consumo de alimentos, além disso ocorre também o aumento da dissipação de calor para o ambiente, na tentativa de manter o equilíbrio ácido-básico. Deste modo, é de grande importância a compreensão da influência dos eletrólitos na dieta das aves, bem como o balanço eletrolítico adequado para manutenção do equilíbrio ácido-básico em condições de estresse por calor.

3 BALANÇO ELETROLÍTICO DIETÉTICO

Há mais de 60 anos a alimentação das aves vem sendo estudada, bem como a ação dos ingredientes sobre a manutenção do pH sanguíneo, tanto com relação às mudanças fisiológicas, como nas modificações dos parâmetros zootécnicos relacionados (SANTOS et al., 2011).

A suplementação de sais nas rações ou na água de bebida é uma estratégia utilizada para aumentar a ingestão de íons específicos, e é realizada mediante inclusão de compostos alcalinos para aumentar o valor do balanço eletrolítico, ou por meio do incremento de compostos ácidos para reduzir o balanço eletrolítico, de acordo com a necessidade, para corrigir mudanças no equilíbrio ácido-básico (DALL' STELLA, 2008).

Os eletrólitos presentes na ração são importantes para o desempenho produtivo das aves, e exercem influência no equilíbrio ácido-base e pH sanguíneo, afetando os processos metabólicos como, crescimento, resistência a doenças, adaptação ao estresse e aos parâmetros de desempenho (ARAUJO et al., 2010).

Os íons Na^+ , K^+ e Cl^- possuem uma importante função, que é a manutenção do equilíbrio ácido-básico e da pressão osmótica e o efeito do balanço iônico na dieta, que afeta o desempenho dos frangos de corte de acordo com as variações no equilíbrio ácido-base. Assim para ave manter a homeostase ácido-básico em equilíbrio, é necessário que sua ingestão dietética catiônica somada à produção endógena de ácidos (H^+), menos a diferença catiônica excretada, seja igual à zero (MONGIN, 1981).

Um importante agente desencadeador do desequilíbrio ácido-base é o estresse por calor. Para Borges, (2001) produtos como bicarbonato de sódio (NaHCO_3), cloreto de potássio (KCl), cloreto de cálcio (CaCl_2), carbonato de potássio (K_2CO_3) e cloreto de amônia (NH_4Cl) podem ser utilizados na água ou na ração para a manutenção desse equilíbrio.

A suplementação de cloreto de sódio (NaCl) na maioria das vezes não é ajustada de acordo com as variações deste elemento na composição dos ingredientes nas dietas, porém não somente o sódio é essencial para todos os animais, mas também o cloro, sendo que, no campo da nutrição não é comum o estudo destes elementos separadamente, pois sua suplementação para atender às exigências nutricionais das aves é feita com uso de sal comum, constituído de aproximadamente 38% de Na e 60% de Cl (RODRIGUES et al., 2004).

O sódio (Na) participa da manutenção da pressão osmótica, regulação homeostática do organismo e tende a diminuir com o aumento da temperatura ambiental, mesmo que esse aumento seja mínimo, levando a crer que há a necessidade de suplementação com sais para a manutenção dos níveis séricos de eletrólitos no sangue. Com essa diminuição de Na, as aves tenderiam a alterar seu metabolismo para manutenção da homeostase, reduzindo a absorção de alguns aminoácidos pelo trato gastrointestinal, cujo transporte é dependente de Na (bomba de Na), principalmente (MATOS et al., 2009).

O principal mecanismo de absorção do sódio se dá através do co-transporte do sódio junto a moléculas orgânicas como glicose e aminoácidos. Outro mecanismo que ocorre na absorção de sódio é quando este se liga ao íon cloreto, que opera em conjunto para facilitar o movimento do sódio através da membrana apical, com o ácido carbônico se formando no interior do enterócito a partir de água e dióxido de carbono (CUNNINGHAM, 2004).

No organismo, as maiores concentrações de sódio encontram-se no espaço extracelular, enquanto que as de potássio encontram-se no espaço intracelular (GUYTON e HALL, 2004). Segundo Mendonza, (2015) a deficiência do íon potássio na avicultura é

rara, devido às dietas formuladas a base de farelo de soja e milho terem quantidades suficientes de potássio para atender as exigências das aves. O K^+ é absorvido por difusão passiva para a célula, devido ao gradiente de concentração, além disso a absorção de K^+ está ligada diretamente a absorção de água, assim quando a absorção de água é reduzida a absorção de K^+ também reduz. O estresse ocasionado pelo calor diminui a concentração de K^+ no plasma provocando uma menor retenção e maior excreção deste íon (HUSTON, 1978).

O potássio (K^+) possui grande importância no organismo, uma das principais funções consiste na regulação do balanço osmótico celular; no equilíbrio ácido-básico, sendo que neste ele atua como uma base disponível para neutralizar ácidos; mantém o balanço de água no organismo; ativa os diversos sistemas enzimáticos, incluindo aqueles envolvidos na transferência e utilização da energia, síntese de proteína e metabolismo dos carboidratos; dessa forma, conseqüentemente mudanças homeostase de potássio podem afetar as funções celulares (ARAÚJO et al., 2010).

A absorção de potássio ocorre principalmente no intestino delgado por difusão simples. A excreção é influenciada por fatores hormonais, equilíbrio ácido-base e balanço de cátions, a taxa de excreção pela urina é variável, e está ligada à concentração plasmática de sódio e ao estado de hidratação do animal, sendo que as perdas podem ser causadas por um aumento no consumo de água, já que o gradiente osmótico favorece o movimento de água do fluido intracelular para urina, podendo carrear o potássio, e o aumento na ingestão de potássio resulta em maior perda urinária. As reservas de potássio são muito pequenas, havendo necessidade de o mesmo ser suplementado diariamente na dieta dos animais (ARAÚJO et al., 2010).

O cloro (Cl^-) é o principal cátion dos fluidos extracelulares do organismo, e está presente principalmente na forma de cloreto de sódio e cloreto de potássio, e no suco gástrico, como ácido clorídrico (MURAKAMI et al., 2006). Este íon age juntamente com o sódio e o potássio auxiliando na manutenção do equilíbrio ácido-básico, influenciando no desenvolvimento ósseo, no crescimento, e na resposta ao estresse por calor e no metabolismo de certos nutrientes, como aminoácidos, minerais e vitaminas afetando o desempenho das aves. Embora o cloro exerça importância na alimentação das aves, a exigência desse mineral ainda tem sido pouco estudada, provavelmente pelas necessidades de sódio e cloro serem supridas pelo cloreto de sódio ($NaCl$) – sal comum), um ingrediente de baixo custo normalmente adicionado às formulações (MURAKAMI et al., 2006). No

entanto faz necessários estudos para suplementação adequada do cloro, de acordo com balanço eletrolítico em cada fase do animal e de acordo com as condições ambientais.

O balanceamento adequado dos eletrólitos na dieta é de extrema importância para a manutenção da homeostase ácido-básico, porém a atenção dos nutricionistas para este requisito é restrita. Uma das justificativas pela falta de interesse é o fato dos níveis de K^+ estarem quase sempre em excesso nas rações e os de Na^+ e Cl^- estarem facilmente disponíveis no cloreto de sódio (NaCl), além de serem de baixo custo (MURAKAMI et al., 2003).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU V. M. N.; ABREU P. G. A. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1-14, 2011.

ARAÚJO, W.A.G.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; CARVALHO, T.A.; BIRRO, T. Vitamina E na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.7, n.4, p.1292-1303, 2010.

BOIAGO, M. M.; BORBA, H.; SOUZA, P. A.; SCATOLINI, A. M.; FERRARI, F. B.; GIAMPIETRO-GANECO A. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.1, p.241-247, 2013.

BORGES, S. A. **Balanço eletrolítico e sua inter-relação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico**. 2001. 97 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

BORGES, S. A.; SILVA, A.V. F.; ARIKI J.; HOOGE D. M.; CUMMINGS, K. R. Dietary electrolyte balance for broiler chickens exposed to thermoneutral or heat-stress environments. **Poultry Science**, v.82, n. 3, p.428-435, 2003.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Heat stress physiology and electrolytes for broilers. **Ciência Rural**, v.33, p.975-981, 2003.

BRIDI, A. M. Adaptação e aclimação animal. 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/AdaptacaoeAclimatacaoAnimal.pdf>. Acesso em: 30 de março de 2018.

CARVALHO, G. B.; LOPES, J. B.; SILVA, S. R. G.; DOURADO, L. R. B.; MIRANDA, D. F. H.; COSTA, F. A. L. Desempenho, morfometria duodenal e histopatologia do fígado de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de selênio orgânico em condições de estresse calórico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.2, p.365-376 abr./jun., 2015.

CASSUCE D. C. **Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2011.

COSTA, L. S.; PEREIRA, D. F.; BUENO, L. G. F; PANDORFI, H. Some Aspects of Chicken Behavior and Welfare. **Revista Brasileira de Ciências Avícola**, v. 14, n.3, p. 159-232, 2012.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara p. 579, 2004.

DALL' STELLA, R. **Balanço eletrolítico e relações de aminoácidos sulfurados e lisina digestíveis para frangos de corte**. 76 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2008.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, p.209-230, 2008.

GIACOBO, F.N.; SANGALI, C.P.; KLOSOWSKI, E.S; BRUNO, L.D.G.; NUNES R.V.; TSUTSUMI C.Y.; Níveis de proteína bruta e balanço eletrolítico para frangos de corte em fase inicial. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, p.626-632, 2014.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 10 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

HUSTON T. M. The effects of environmental temperature on plasma potassium concentrations in the blood of the domestic fowl. **Poultry Science**, v. 5, p. 54-6, 1978.

- JUNQUEIRA O. M.; FILHO B. C.; ARAÚJO L. F.; ARAÚJO C. S. S.; SAKOMURA N. K. Efeitos das fontes e níveis de sódio, cloro e potássio e da relação (Na+ K)/Cl, sobre o desempenho e características do plasma sanguíneo de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1110-1116, 2000.
- JUNQUEIRA, J.R.C.; BALARIN, M.R.S.; FLAIBAN, K.K.M.C.; BARBOSA, D.S.; LISBOA, J.A.N. Efeito alcalinizante de soluções eletrolíticas intravenosas com concentrações elevadas de lactato de sódio infundidas em bezerros saudáveis. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, p.15-24, 2015.
- LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K.; RABELLO, C.B.V.; FIGUEIREDO, A. N.; FERNANDES, J. B. K. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.1, p.119-125, 2006.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A. A.; NAAS, I. A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: Editora Facta, p.137-156, 2004.
- MATOS, M. B.; FERREIRA, R. A.; SAVARIS, V. D. L.; COUTO, H. P.; SOARES, R. T. R. N.; OLIVEIRA, N. T. E. Balanço eletrolítico e redução da proteína bruta da ração sobre parâmetros fisiológicos e sanguíneos de frangos de corte no calor. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 3, p. 243-249, 2009.
- MEDEIROS, C. M. **Ajustes de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte**. Viçosa: UFV, 2001. 125p. Tese (doutorado). Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v.40, p.285-294, 1981.
- MURAKAMI, A. E.; FIGUEIREDO, D. F.; PERUZZI, A. Z.; FRANCO, J. R. G.; SAKAMOTO, M. I. Níveis de sódio para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclos de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1674-1680, 2003.
- MURAKAMI, A. E.; SAKAMOTO, M. I.; SOUZA, L. M. G.; FRANCO, J. R. G.; MITUO, M. A. O. Determinação do melhor nível de sal comum para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2333-2337, 2006.

NASCIMENTO, S. T. **Determinação do balanço de calor em frangos de corte por meio das temperaturas corporais.** 149 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.

NASCIMENTO, S. T. **Modelagem do equilíbrio térmico de frangos de corte: um estudo da geração e transferência de calor.** Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – UNESP, Campus de Jaboticabal, 2015.

NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GIONGO, P. R.; PEDROSA, E. M. R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.802–808, 2009.

NOBAKHT, A.; TABATBAEI, S.; KHODAEI, S. Effects of different sources and levels of vegetable oils on performance, carcass traits and accumulation of vitamin E in breast meat of broilers. **Research Journal of Biological Sciences**, v.3, p.601-605, 2011.

RODRIGUES, E. A.; OTTO MACK JUNQUEIRA, O. M.; VALÉRIO, M.; ANDREOTTI, M. O.; CANCHERINI, L. C.; FARIA, D. E.; FILARDI, R. S: Níveis de Sódio em Rações de Poedeiras Comerciais no Segundo Ciclo de Postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.391-396, 2004.

SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; RABELLO, C.B.V. WATANABE, K.; PELÍCIA, K.; FREITAS, E. R. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1758-1767, 2004.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jaboticabal: Funep, 2007 283p.

SANTOS, T. T.; SANTOS A. S.; BORGES, S. A.; SILVA, A. V. F.; MAIORKA, A.: Aplicação estratégica do balanço eletrolítico em dietas para matrizes pesadas. **Ciência Rural**, v.41, n.5, p.895-900, 2011.

SIQUEIRA, J. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; CECON, P. R.; BALBINO, E. M.; OLIVEIRA, W. P. Níveis de lisina digestível da ração e temperatura ambiente para frangos de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2054-2062, 2007.

VIEITES F. M.; FRAGA A. L. (in memoriam); SOUZA C. S.; ARAÚJO G. M.; VAGAS JÚNIOR J. G.; NUNES R. V.; CORRÊA G. S. S. Desempenho de frangos de corte alimentados com altos valores de balanço eletrolítico em região de clima quente. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.441-447, 2011.

CAPÍTULO 2. Produção de calor de frangos de corte: efeito do balanço eletrolítico dietético

Elaborado de acordo com as normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

(<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/about/submissions>)

44 ABSTRACT
45

46 The objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of five levels of dietary
47 electrolyte balance (DEB) on performance, and heat production (HP) in broilers. Two trials
48 were carried out, one with 245 male chicks in the 8 to 21 days phase and the other with 210
49 broilers from 22 to 34 days of age, both of Cobb®, we used a completely randomized design
50 with five treatments, 7 replicates of 7 birds and 7 replications with 6 birds in each treatment,
51 respectively for each phase. The performance and HP variables were evaluated at the end of
52 each phase. In the 8 to 21 days period there was a quadratic effect ($P < 0.05$) for medium
53 weight (MW), weight gain (WG), feed conversion (FC), ingested metabolizable energy (IME)
54 and CP. There was a better performance of the birds that consumed diets with 110 mEq of
55 DEB/ kg. Therefore, it is recommended to use DEB of 110 mEq/kg for broilers in the initial
56 phase (8 to 21 days) and growth (22 to 34 days). For HP optimization the DEB
57 recommendation is 110mEq/kg and 213mEq/kg, for the initial phase and growth, respectively.

58 Key words: ammonium chloride, electrolytes, stress, maintenance

59
60

61 **Introdução**

62 Em situação de estresse por calor o desempenho dos frangos de corte é afetado, pois
63 durante o processo metabólico, parte da energia é gasta para manutenção da temperatura
64 corporal, havendo um aumento na taxa de ofegação, devido à perda de energia para o
65 ambiente na forma de calor, promovendo a redução no consumo de alimentos, e
66 consequentemente ocorrendo à redução na ingestão de energia e nutrientes, prejudicando o
67 crescimento das aves, o rendimento de carcaça e a qualidade da carne (LARA; ROSTAGNO,
68 2013; NAVAS et al., 2016).

69 Os eletrólitos presentes na ração são importantes para o desempenho produtivo dos
70 frangos de corte, e exercem influência no equilíbrio ácido-base e pH sanguíneo (ARAUJO et
71 al., 2010). Quando as aves são submetidas a condições de estresse por calor, pode ocorrer
72 alcalose respiratória, devido a excessiva perda de dióxido de carbono (CO_2) induzida pela
73 respiração ofegante, acarretando vários efeitos indesejáveis, como a diminuição da reserva
74 alcalina do sangue, provocando desequilíbrio eletrolítico (NAVAS et al., 2016).

75 O desequilíbrio dos eletrólitos, principalmente K^+ , Cl^- e Na^+ influencia no
76 metabolismo, podendo limitar a absorção de aminoácidos e outros nutrientes, resultando na
77 diminuição da taxa de crescimento dos frangos de corte (GAMBA et al., 2015; BALOS et al.,
78 2016).

79 A suplementação com eletrólito é uma alternativa utilizada para reduzir os efeitos do
80 estresse por calor, pois afeta positivamente o desempenho e diminui a mortalidade em frangos
81 de corte (BALOS et al., 2016). A relação de K^+ , Cl^- , Na^+ é necessária para que atenda às
82 necessidades nutricionais, bem como a manutenção do equilíbrio ácido-básico (OLIVEIRA et
83 al., 2016).

84 Portanto, o estudo do balanço eletrolítico, torna-se uma ferramenta adicional para
85 frangos de corte criados em clima tropical sendo que a proporção de eletrólitos precisa ser
86 avaliada e adequada no sentido de contribuir para este importante segmento da avicultura
87 brasileira (GIACOBO et al., 2014).

88 Deste modo, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos níveis balanço
89 eletrolítico dietético sobre o desempenho e produção de calor de frangos de corte e condições
90 de estresse por calor.

91 **Materiais e métodos**

92 A pesquisa foi cadastrada no Comitê de Ética em Experimentação Animal e foi
93 aprovada sob o protocolo n° 075/15 na Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFPI).
94 Este trabalho foi realizado no setor de Avicultura do Colégio Técnico de Bom Jesus,
95 pertencente à Universidade Federal do Piauí, no município de Bom Jesus-PI, está localizado
96 na latitude 09°04'28" Sul e longitude 44°21'31" Oeste, estando a uma altitude de 277 metros.
97 O clima da região é do tipo semiárido (seco e quente) com estação chuvosa no verão
98 (ALVARES et al., 2014).

99 Foram conduzidos dois ensaios, um com 245 pintos machos na fase de 8 a 21 dias e
100 outro com 210 frangos de corte macho de 22 a 34 dias de idade, ambos da linhagem Cobb®.
101 Os mesmos foram distribuídos em baterias metálicas, constituídas por gaiolas de 1x1x0,5m
102 como unidades experimentais. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado (DIC), com
103 cinco níveis (110, 175, 240, 305 e 370 mEq/Kg) de balanço eletrolítico dietético (BED). Na
104 fase de 8 a 21 dias de idade e de 22 a 34 dias de idade as aves foram pesadas aos 8 e aos 22
105 dias de idade, respectivamente e distribuídas de acordo com o peso médio em cada
106 tratamento, foram utilizadas 7 repetições de 7 aves (8-21 dias) e 7 repetições com 6 aves (22-
107 34 dias) em cada tratamento, respectivamente. As baterias metálicas foram colocadas no
108 mesmo galpão, nas mesmas condições ambientais nos dois ensaios.

109 A temperatura do ar e a umidade relativa foram mensuradas com termo-higrômetro
110 colocado dentro do galpão na altura média das aves (Tabela 1). Adotou-se um programa de
111 luz de 23 horas.

112 Foram formuladas duas dietas basais, a base de milho e farelo de soja, para atender as
113 exigências nutricionais de frangos de corte na fase inicial (8 a 21 dias) e crescimento (22 a 34
114 dias), respectivamente, segundo Rostagno et al. (2011) (Tabela 2). As concentrações de Na⁺,
115 K⁺ e Cl⁻ foram analisadas no milho (0,006249; 0,569885 e 0,101313 %, respectivamente) e no
116 farelo de soja (0,14935; 2,280856 e 0,838903 %, respectivamente) pelo laboratório IBRA
117 (Instituto Brasileiro de Análises Químicas, Física e Biológicas) para o cálculo do BED na
118 dieta basal e em cada tratamento, segundo Mongin (1981): $BED = (\%Na^{+} \times 100/22,990^{*}) +$
119 $(\%K^{+} \times 100/39,102^{*}) - (\%Cl^{-} \times 100/35,453^{*})$, em que * = equivalente grama do Na⁺, K⁺ ou
120 Cl⁻, respectivamente.

121 Para se obter o nível de BED de cada tratamento foram incluídos o bicarbonato de
122 sódio (NaHCO₃), carbonato de potássio (K₂CO₃) e cloreto de amônio (NH₄Cl) em
123 substituição do material inerte (Tabela 3). Os níveis de Na⁺, K⁺, Cl⁻ e as relações eletrolíticas

124 nas dietas encontram-se na Tabela 4. A adição de NaHCO_3 e K_2CO_3 foi calculada de forma
125 proporcional e gradativa até atingir a relação ideal de Na^+/K^+ máxima 0,37 no último nível de
126 BED, de acordo com Rostagno et al. (2011).

127 Variáveis analisadas

128 Para o desempenho foram avaliados o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e a
129 conversão alimentar (CA). O CR foi determinado pela diferença entre a quantidade fornecida
130 de ração e as sobras dos comedouros. O GP foi obtido pela pesagem dos animais ao final de
131 cada fase e, posteriormente, foi feita a diferença com o peso médio inicial da fase. A CA foi
132 obtida pela relação entre o CR e o GP. Estas atividades foram realizadas em cada fase, na fase
133 inicial de 8 a 21 dias, e na fase crescimento de 22 a 34, sendo os valores obtidos corrigidos
134 pela mortalidade dos animais (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

135 Também foram avaliadas a energia retida (ER), energia metabolizável ingerida (EMI),
136 produção de calor (PC) e eficiência de retenção de energia (ERE) de frangos de corte na fase
137 de 8 a 21 dias e de 22 a 34 dias de idade.

138 Para determinar a produção de calor foi necessário determinar a energia metabolizável
139 das dietas e energia retida nas aves. Para determinação da energia retida, foi utilizada a
140 técnica do abate comparativo, sendo realizados dois abates, um no início (8 e 22 dias) e outro
141 no final (21 e 34 dias) de cada fase experimental, ambos para analisar a composição corporal
142 das aves, e para quantificar a energia bruta corporal inicial (EBci) e a energia bruta corporal
143 final (EBcf). A ER nas aves em cada ensaio foi quantificada pela diferença entre EBcf e a
144 EBci.

145 Foi retirado um grupo de 12 aves no abate inicial e no abate final. Foram selecionadas
146 duas aves de cada repetição, com peso semelhante ao peso médio da parcela. Após as aves
147 serem abatidas, foram colocadas, integralmente, em sacos plásticos devidamente
148 identificados, encaminhadas para o laboratório onde ficaram condicionadas em freezer até

149 serem autoclavadas. Para realizar o processamento das aves, as mesmas foram descongeladas
150 em temperaturas ambiente, pesadas, depois colocadas em recipientes específicos, e levadas
151 para autoclave a uma temperatura de 127°C e pressão de 1 atm, de acordo com procedimento
152 descrito por Mendonça (2008).

153 Após este procedimento, as amostras foram homogeneizadas em liquidificador
154 industrial, secas em estufa de circulação forçada a 55°C por 72 horas, após a secagem, moídas
155 em micromoinho e acondicionadas em recipientes identificados, para posteriormente serem
156 determinados os valores de energia, para determinar a energia retida na carcaça de todas as
157 parcelas.

158 Para a determinação da energia metabolizável ingerida foram determinadas a energia
159 metabolizável aparente das dietas e multiplicado pelo consumo de ração. Para a determinação
160 da energia metabolizável aparente foi utilizado o método de coleta total de excreta. Para cada
161 fase adotou-se o período de 4 (quatro) dias de adaptação à dieta e 4 (quatro) dias de coletas
162 total de excretas, de 8 a 16 dias na fase inicial e de 22 a 30 dias na fase de crescimento. Para
163 estabelecer o início do consumo das rações experimentais de cada parcela e em cada período
164 de coleta, foi pesada uma determinada quantidade de ração de acordo com o número de aves
165 por unidade experimental e em seguida adicionada à ração 1% de óxido férrico, (composto
166 indigestível de cor avermelhada) utilizado para marcar as excretas da coleta, sendo este
167 utilizado no primeiro e no último dia de coleta, identificando assim as excretas provenientes
168 das dietas experimentais. Desta forma, na primeira coleta, as excretas não marcadas foram
169 descartadas e na última coleta do período experimental, as excretas marcadas foram
170 descartadas.

171 As bandejas foram cobertas com lonas plásticas e colocadas sob cada gaiola da bateria,
172 de modo a evitar perdas do material excretado. Toda a excreta de cada parcela foi coletada no
173 início da manhã e no final da tarde. Após as coletas, as excretas foram acondicionadas em

174 sacos plásticos, devidamente identificados de acordo com os tratamentos de cada parcela
175 experimental, as mesmas foram pesadas e levadas ao freezer.

176 No final do período de coleta total, as excretas foram descongeladas em temperatura
177 ambiente, em seguida homogeneizadas, foram retiradas alíquotas de aproximadamente 150g
178 de em cada unidade experimental e secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72
179 horas. Após secagem foram moídas e, posteriormente, analisados os valores de energia bruta e
180 matéria seca de acordo com as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). Os cálculos
181 para determinação da EMA foram procedidos de acordo com fórmulas descritas por
182 Sakomura e Rostagno (2016).

183 A energia metabolizável ingerida (EMI) foi quantificada considerando o consumo de
184 ração e a energia metabolizável da dieta determinada nos ensaios de metabolismo. A
185 produção de calor (PC) foi determinada pela diferença entre a EMI menos a energia retida
186 corporal (ERc).

187 Os dados das variáveis analisadas foram submetidos ao teste de normalidade de
188 Shapiro-Wilks, e a removido os *outliers* presentes. Em seguida foi procedida a análise de
189 variância pelo procedimento GLM software estatístico SAS[®] (SAS Institute 8.0, 2001).
190 Posteriormente, foi realizada a análise de regressão polinomial e os pontos de mínimas e
191 máximas foram estimados a partir da derivada da equação quadrática, quando as mesmas
192 foram significativas.

193 **Resultados**

194 **Desempenho**

195 No período de 8 a 21 dias de idade, foi observado que os níveis de balanço eletrolítico
196 influenciaram de forma quadrática ($P < 0,05$) o peso médio (PM), de acordo com a equação:
197 $PM = 943,857 - 1,462BED + 0,00294BED^2$ ($R^2 = 0,975$), com o ponto de mínimo igual a
198 248,64 mEq/kg, porém a medida que aumentou ou diminuiu o balanço eletrolítico a partir do

199 ponto mínimo, houve melhoria o desempenho das aves, de acordo com o resultado mostrado
200 na Tabela 5. Para o consumo de ração (CR) não foi observado diferença significativa
201 ($P>0,05$).

202 O ganho de peso (GP) foi influenciado de forma significativa, com efeito quadrático
203 ($P<0,05$) com base na equação: $GP= 798,54 - 1,4166BED + 0,002789BED^2$, ($R^2=0,9644$),
204 com ponto de mínimo igual a 253,96 mEq/kg. A conversão alimentar (CA) também foi
205 influenciada de forma significativa com efeito quadrático ($P<0,05$) em resposta aos níveis de
206 balanço eletrolítico testado, de acordo com a equação: $CA= 0,9741 + 0,004534BED -$
207 $0,00000871BED^2$, ($R^2=0,915$), com ponto de máximo de conversão de 260,27 mEq/kg.

208 No período de 22 a 34 de idade, o peso médio (PM) foi influenciado de forma
209 significativa com efeito linear decrescente ($P<0,05$), de acordo com a equação: $PM=1826,38-$
210 $0,236BE$ ($R^2=0,4212$). O consumo de ração (CR) obteve efeito quadrático ($P<0,05$) conforme
211 a equação $CR=1987,08 - 2,305BED + 0,00479BED^2$ ($R^2=0,8402$), apresentando o menor
212 consumo com o nível de 245,21 mEq/kg. A variável ganho de peso (GP) foi influenciada, pois
213 houve diferença significativa com efeito linear decrescente ($P<0,05$) com base na equação
214 $GP=1107,55-0,259BED$ ($R^2=0,5595$). Os níveis de balanço eletrolítico testados influenciaram
215 de forma linear crescente ($P<0,05$) a variável conversão alimentar (CA) dos frangos de corte,
216 de acordo com a equação $CA=1,5952+0,0003264BED$ ($R^2=0,6463$), os dados estão
217 apresentados na Tabela 6.

218 **Produção de calor**

219 No período de 8 a 21 dias de idade dos frangos de corte (Tabela 7) a variável energia
220 retida (ER) não foi influenciada pelos níveis de balanço eletrolítico ($P> 0,05$). A energia
221 metabolizável ingerida (EMI) foi influenciada de forma significativa, com efeito quadrático
222 ($P<0,05$), de acordo com a equação: $EMI= 277,75 + 1,0103BED - 0,0019113BED^2$ ($R^2=0,73$),

223 o ponto máximo de ingestão de energia observado foi o nível de 264,3 mEq/kg. A produção
224 de calor também foi influenciada pelos os níveis de balanço eletrolítico dietético com efeito
225 quadrático ($P < 0,05$), representada pela equação: $PC = 108,608 + 0,94065BED -$
226 $0,0018117BED^2$ ($R^2 = 0,64$), observou-se o ponto máximo de produção de calor com o nível de
227 259,6 mEq/kg. A eficiência de retenção de energia (ERE) não foi significativa ($P > 0,05$).

228 Na fase de 22 a 34 dias de idade dos frangos de corte (Tabela 8), observou-se as
229 variáveis energia retida (ER), energia metabolizável ingerida (EMI) e eficiência de retenção
230 de energia (ERE) não apresentaram regressão significativa. Houve efeito quadrático apenas
231 para a variável produção de calor ($PC = 271,72 - 0,651BED + 0,00153BED^2$, $R^2 = 0,40$), sendo
232 observada menor produção de calor no balanço de 212,75 mEq/kg de BED.

233 **Discussão**

234 O balanço eletrolítico dietético afetou o desempenho dos frangos de cortes nas fases
235 inicial e crescimento, sendo que na fase inicial de 8 a 21 dias o nível de 110 mEq/Kg
236 apresentou a melhor média para PM, GP e CA. Entretanto o nível de 370 mEq/Kg também
237 apresentou média satisfatória para as variáveis PM, GP e CA, porém essas variáveis
238 apresentaram médias abaixo do nível 110 mEq/Kg. O consumo de ração apresentou as
239 melhores médias nos níveis 110 e 370 mEq/Kg. Na fase de crescimento de 22 a 34 dias de
240 idade, obteve-se os melhores resultados para PM, GP e CA ao nível de 110 mEq/Kg.

241 Estes dados discordam dos dados obtidos por Vieites et al. (2011), que em
242 experimento realizado com frangos de corte obtiveram melhor desempenho com os níveis de
243 270 e 300 mEq/Kg BE, devido as fontes de $NaHCO_3$ e K_2CO_3 adicionadas na dieta. Ao
244 contrário do presente estudo que utilizou a adição de NH_4Cl , que favoreceu a melhora no
245 desempenho dos frangos de corte.

246 Nas condições deste experimento as aves sofreram estresse por calor, ocorrendo
247 alcalose respiratória, que foi corrigida com o nível de 110 mEq/Kg BED devido a inclusão de
248 NH_4Cl . Corroborando com Koreleski, et al. (2011) e Souza et, al. (2002), no qual confirmam
249 em seus estudos que a correção da alcalose respiratória ocorre devido a acidogenicidade do
250 ânion cloreto e sua atividade para aumentar a concentração de ácido (H^+) no sangue, assim a
251 acidose metabólica tende a reduzir o pH sanguíneo e a concentração de bicarbonato, sendo
252 positivo quando ocorre alcalose respiratória.

253 Segundo Atherton, (2009) a acidose metabólica pode ser um mecanismo compensador
254 do equilíbrio ácido-básico para restaurar as concentrações normais de ácidos e bases, quando
255 houver desequilíbrio com origem na alcalose respiratória, com o intuito de manter o pH em
256 níveis adequados, esses achados vão de encontro com o referente estudo, que utilizou a fonte
257 de NH_4Cl para compensar o desequilíbrio ácido-básico devido ao estresse por calor.

258 De acordo com Borges et al. (2003) dietas formuladas com altos teores de cloro
259 (NH_4Cl , CaCl_2 e HCl) diminuem o pH sanguíneo dos frangos, prejudicando o crescimento em
260 condições de termoneutralidade, porém em condições de estresse por calor, neste trabalho,
261 observou-se que a inclusão de NH_4Cl melhorou o desempenho dos frangos de corte e reduziu
262 a produção de calor, assim o NH_4Cl atuou corrigindo o desequilíbrio ácido-básico.

263 No nível de 370 mEq/Kg foram adicionado maiores quantidades de NaHCO_3 e K_2CO_3 ,
264 ambos também atuando na correção do balanço eletrolítico, minimizando o efeito do estresse
265 por calor, portanto melhorando a absorção dos nutrientes, pois em condições de estresse por
266 calor também pode ocorrer perdas excessivas de K^+ , devido a diminuição da competição H^+/K^+
267 nos ductos coletores do rim, aumentando a excreção K^+ . Este dado está em conformidade com
268 Vieites et al. (2011) que em seu experimento constatou que maiores quantidades de K_2CO_3
269 incluídas no nível de 370 mEq/kg aumentaram a concentração de K^+ disponível para o
270 organismo, diminuindo a potencial perda pela excreção deste íon.

271 O nível de 240 mEq/Kg BED obteve o pior desempenho na fase inicial, apresentando
272 menor PM e GP e maior CA. Este resultado difere de Borges et al., (2003), em que o nível de
273 240 mEq/kg apresentou o melhor índice de conversão alimentar em frangos de corte de 0 a 42
274 dias de idade, no entanto essa diferença pode ser devido a adição de NH_4Cl , juntamente com
275 NaHCO_3 e NaCl para obter o nível de 240 mEq/Kg.

276 No nível de 110 mEq/Kg a concentração de Cl^- promoveu o aumento dos íons H^+ no
277 sangue diminuindo o pH sanguíneo, e em condições de alcalose respiratória (aumento da base
278 conjugada HCO_3^-) forma o H_2CO_3 , corrigindo o desequilíbrio gerado pelo estresse por calor e,
279 por conseguinte, melhorando o desempenho das aves. Nesta fase a média da temperatura
280 máxima chegou a $35,5^\circ\text{C}$ durante o dia. Estes dados estão de acordo com Abreu e Abreu
281 (2011) no qual afirma que essa temperatura ultrapassa a zona de conforto térmico do animal.

282 No nível de 240 mEq/Kg o desempenho das aves apresentou valor próximo a melhor
283 média na fase de 22 a 34 dias, isto pode ser devido a adição de K_2CO_3 e NaHCO_3 em menor
284 concentração, o que ajustou o BED, melhorando o equilíbrio ácido-base, por conseguinte
285 melhorando o desempenho. Este resultado difere de Matos et al. (2011) que observaram
286 redução no desempenho com ajustes de níveis de balanço eletrolítico de 250mEq/kg e
287 redução do nível de proteína bruta, o que pode ter ocorrido devido a redução da proteína
288 bruta.

289 Vieites et al. (2005) obteve diferença significativa entre 159 a 195 mEq/kg BED para
290 os parâmetros de desempenho, utilizando balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre
291 o desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. Porém, estes níveis foram
292 ajustados com a suplementação de K_2CO_3 , sendo que a suplementação com níveis mais altos
293 de NH_4Cl apresentaram baixos desempenhos, devido a elevada suplementação deste íon na
294 dieta que foi de 0 a 50 mEq/kg.

295 A PC e a EMI na fase de 8 a 21 dias de idade, apresentou melhor resultado no nível de
296 110 mEq/Kg, devido a inclusão do NH_4Cl . Este dado está em conformidade com Ayers et al.
297 (2015) que em sua pesquisa relata que além de corrigir o desequilíbrio acido-básico da
298 alcalose respiratória, o NH_4Cl melhora na absorção dos nutrientes. Entretanto, o nível de 370
299 mEq/Kg também apresentou resultado satisfatório para as mesmas variáveis, porém houve a
300 inclusão de NaHCO_3 e K_2CO_3 neste nível, que também atuou corrigindo o desequilíbrio
301 acido-básico gerado pelo estresse por calor. Outra justificativa é a melhoria no
302 aproveitamento dos nutrientes, devido às fontes incluídas em cada nível, colaborando para o
303 ajuste do balanço eletrolítico.

304 A produção de calor na fase de 22 a 34 dias de idade foi menor no nível de
305 212,75mEq/kg de BED, porém se avaliarmos pela inclinação da curva (gráfico 1) e valores
306 observado, praticamente não tem diferença dos níveis de 175 e 110mEq/Kg. É importante
307 destacar que quando as aves estão em estresse por calor o ideal é que a produção de calor seja
308 minimizada para não prejudicar o desempenho e reduzir as perdas de energia.

309 Quando expostas ao calor as aves ativam mecanismos fisiológicos responsáveis pela
310 dissipação deste, e diminuem sua produção metabólica (FURLAN; MACARI, 2008). As
311 perdas de calor das aves são controladas por alterações no fluxo sanguíneo, na temperatura
312 superficial e na taxa respiratória (BROUCEK et al., 2009). Em geral, todos os mecanismos
313 de troca de calor são utilizados com um gasto a mais de energia que poderia ser utilizada para
314 produção, podendo ser potencialmente maior nos casos de estresse térmico por calor. De
315 acordo com os resultados obtidos para os parâmetros de desempenho e produção de calor
316 neste estudo, é possível proporcionar melhores condições de conforto e desempenho pela
317 utilização do conceito BED.

318

319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350

Conclusão

Para otimizar o desempenho de frangos de corte na fase inicial (8-21dias) e crescimento (22-34 dias) recomenda-se utilizar BED de 110mEq/kg de ração, porém para otimização da produção de calor a recomendação do BED é de 110mEq/kg e 213mEq/kg, para a fase inicial e crescimento, respectivamente.

Referências

- ABREU V. M. N.; ABREU P. G. A. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1-14, 2011.
- ALVARES C.A; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711–728, 2014.
- ARAÚJO, W.A.G.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; CARVALHO, T.A.; BIRRO, T. Vitamina E na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.7, n.4, p.1292-1303, 2010.
- ATHERTON, J.C. Role of the kidney in acid–base balance. **Anaesthesia & Intensive Care Medicine**, v.10, p.276-278, 2009.
- AYERS, P.; DIXON, C.; MAYS, A. Acid-base disorders: learning the basics. **Nutrition in Clinical Practice**, v.30, p.14-30, 2015.
- BALOŠ, M. Ž.; JAKŠIĆ, S.; KNEŽEVIĆ, S.; KAPETANOV, M. Electrolytes – sodium, potassium and chlorides in poultry nutrition. **Arhiv Veterinarske Medicine**, vol. 9, n. 1, p.31 - 42, 2016.
- BORGES, S. A.; SILVA, A.V. F.; ARIKI J.; HOOGE D. M.; CUMMINGS, K. R. Dietary electrolyte balance for broiler chickens exposed to thermoneutral or heat-stress environments. **Poultry Science**. Champaign, v.82, n. 3, p.428–435, 2003.
- BROUCEK, J.; KISAC, P.; UHRINCAT, M. Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. **International Journal of Biometeorology**, v.53, p.201-208, 2009.
- FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, p.209-230, 2008.

- 351 GAMBA J. P.; RODRIGUES M. M.; GARCIA NETO M.; PERRI S.H.V.; FARIA JÚNIOR
352 M. J. DE A; PINTO M. F. The strategic application of electrolyte balance to minimize heat
353 stress in broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.17, n.2, p. 237-246, 2015.
- 354 GIACOBO, F. N.; SANGALI, C. P.; KLOSOWSKI, E. S.; BRUNO, L. D. G.; NUNES, R.
355 V.; TSUTSUMI, C. Y. Níveis de proteína bruta e balanço eletrolítico para frangos de corte
356 em fase inicial. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 4, p. 626-632, 2014.
- 357 KORELESKI, J. S.; ŚWIĄTKIEWICZ, A.; ARCZEWSKA-WŁOSEK. The effect of different
358 dietary potassium and chloride levels on performance and excreta dry matter in broiler
359 chickens. **Czech Journal of Animal Science**, v. 56, n. 2, p. 53–60, 2011.
- 360 LARA, L.J.; ROSTAGNO, M.H. Impact of heat stress on poultry production. **Animals**, v.3,
361 p.356-369, 2013.
- 362 MATOS, M.B.; FERREIRA, R.A.; COUTO, H.P.; SAVARIS V.D.L.; SOARES, R.T.R.N.;
363 OLIVEIRA, N.T.E. Balanço eletrolítico da dieta e desempenho de frangos em condições
364 naturais de estresse calórico. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v.63,
365 p.1461-1469, 2011.
- 366 MENDONÇA, M. O.; SAKOMURA, N. K.; SANTOS, F. R.; FREITAS, E. R.;
367 FERNANDES, J. B. K.; BARBOSA, N. A. A. Níveis de energia metabolizável para machos
368 de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. **Revista Brasileira de**
369 **Zootecnia**, v.37, n.8, p.1433-1440, 2008.
- 370 MONGIN, P. Recent Advances in dietary anion-cation balance: application in poultry.
371 **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v.40, p.285-294, 1981.
- 372 NAVAS, T. O.; OLIVEIRA, H. F.; CARVALHO, F. B.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.;
373 FILHO, P. H. Estresse por calor na produção de frangos de corte. **Revista Eletrônica**
374 **Nutritime**, Viçosa, v.13, n.1, p.4550-4557, Jan/Fev, 2016.
- 375 OLIVEIRA, P.M.; FARIA JUNIOR, M.J.A.; GARCIA NETO, M. Estratégias para minimizar
376 os efeitos de um ambiente térmico adverso para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro**
377 **Medicina Veterinária Zootecnia**. v. 68, p. 739-747, 2016.
- 378 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.;
379 LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S. AND BARRETO, S. L. T. AND EUCLIDES, R. F.
380 **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências**
381 **nutricionais**. 3ª ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252 p.
- 382 SAKOMURA, N. K., H. S. ROSTAGNO. 2016. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de**
383 **Monogátricos**. 2.Ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 262p
- 384 SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system**: User's Guide. Version 8.0 ed. Cary; 2001.
- 385 SILVA, D. J. QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3.
386 Ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- 387 SOUZA, B. B; BERTECHINI, A. G; TEIXEIRA, A. S; LIMA, J. A. F; PEREIRA, S. L;
388 FASSANI, E. J. Efeitos dos cloretos de potássio e de amônia sobre o desempenho e deposição

389 de gordura na carcaça de frangos de corte criados no verão. **Revista Brasileira de Ciência**
390 **Avícola**, v. 4, n. 3, p. 209-218, Set/Dez, 2002.

391 TABELAS BRASILEIRAS PARA AVES E SUÍNOS: **Composição de Alimentos e**
392 **Exigências Nutricionais**. 3.Ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

393 VIEITES, F. M.; MORAES, G. H. K.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; ATENCIO,
394 A.; VARGAS JUNIOR, J. G. Balanço Eletrolítico e Níveis de Proteína Bruta sobre o
395 Desempenho, o Rendimento de Carcaça e a Umidade da Cama de Frangos de Corte de 1 a 42
396 dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1990-1999, 2005.

397 VIEITES, F.M.; FRAGA, A.L.; SOUZA, C.S.; ARAÚJO, G.M.; VARGAS JÚNIOR, J.G.;
398 NUNES, R.V.; CORRÊA, G.S.S. Desempenho de frangos de corte alimentados com altos
399 valores de balanço eletrolítico em região de clima quente. **Arquivo Brasileiro de Medicina**
400 **Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.441-447, 2011.

401

402

403

404

405

406

407

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

418

419

420

421

422

423

424

425
426

Tabelas

427 **Tabela 1.** Médias das variáveis climáticas durante o período experimental

Fase	Temperatura (°C)			Umidade (%)		
	Min	Max	Média	Min	Max	Média
8 a 21	20,92	35,51	22,21	23,47	63,33	43,40
22 a 34	17,70	36,30	27,00	21,00	67,00	44,00

428
429
430
431

Tabela 2. Composição das dietas basais para fase inicial (8 a 21 dias) e crescimento (22 a 34 dias) de frangos de corte utilizada no experimento

Ingrediente (%)	8 a 21 dias	22 a 34 dias
Milho	61,8085	63,825
Farelo de soja	29,0490	27,697
Óleo de soja	2,3515	2,550
Calcário	0,9230	0,865
Fosfato bicálcio	1,5623	1,307
Inerte (areia lavada)	1,6150	0,547
Sal comum	0,4964	1,337
Met-amino	0,1488	0,130
Bio-lys®	0,6114	0,482
L-Arginina	0,1638	0,080
L-Treonina	0,1403	0,095
L-Valina	0,1299	0,085
Suplemento Vit-Min ¹	1,0000	1,000
Total	100,00	100,00
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	3000	3,100
Proteína bruta (%)	18,7766	18,1325
Metionina + Cistina digestível (%)	0,8460	0,7870
Lisina digestível (%)	1,1740	1,0780
Arginina digestível (%)	1,2680	1,091
Treonina digestível (%)	0,7630	0,7010
Triptofano (%)	0,2000	0,8410
Valina digestível (%)	0,9040	0,1940
Fósforo disponível (%)	0,3910	0,2980
Cálcio (%)	0,8190	0,3420
Sódio (%)	0,2100	0,200

Potássio (%)	0,9002	0,9952
Cloro (%)	0,5697	0,5741
Balço eletrolítico dietético (mEq/Kg)	161,00	188,00

432 **Inicial:** ácido fólico-199,00mg; biotina-10,00mg; clorohidroxiquinolina-7500,00mg; Zn-17,50g; vit. A-
433 1680000,00UI; vit.B1-436,50mg; vit.B12-2400,00mcg; vit.B2-1200,00mg; vit.B6-624,00mg; vit.D3-
434 400000,00UI; vit.E-3500,00UI; vit.K3-360,00mg; niacina-8400,00mg; monensina-25,00g; ácido pantotênico-
435 3119,00mg; colina-80,71g; Se-75,00mg; FE-11,25g; Mn-18,74g; Cu-1996,00mg; I-187,47mg.
436 **Crescimento:** ácido fólico - 162,50 mg; clorohidroxiquinolina-7500,00mg; zn - 17,50g ; vit. A - 1400062,50
437 UI; vit. B1 - 388,00 mg; vit. B12 2000,00 mcg; vit. B2 - 1000,00 mg; vit. B6 520,00mg; vit. D3 - 360012,00UI;
438 vit. E, 2500,00UI; vit. K 3 - 300,00 mg; niacina - 7000,00 mg; salinomicina -16,50g; ácido pantotênico -
439 2600,00 mg; colina - 71,59g; se-75,00mg; fe- 11,25g; mn - 18,74g; cu -1996,00 mg; I - 187,47mg.

440
441

442 **Tabela 3.** Valores da inclusão de K_2CO_3 , $NaHCO_3$ e NH_4Cl para compor o balanço
443 eletrolítico das dietas experimentais para frangos de corte em substituição ao inerte.

8 a 21 dias						
BED ¹ (mEq/Kg)	Dieta Basal (Kg)	Inerte	K_2CO_3 (Kg)	$NaHCO_3$ (Kg)	NH_4Cl (Kg)	Total (kg)
110	98,385	1,337	-	-	0,278	100,000
175	98,385	1,516	0,087	0,012	-	100,000
240	98,385	1,016	0,300	0,299	-	100,000
305	98,385	0,512	0,498	0,605	-	100,000
370	98,385	0,000	0,650	0,965	-	100,000
22 a 34 dias						
110	98,596	0,987	-	-	0,417	100,00
175	98,596	1,335	-	-	0,070	100,00
240	98,596	1,011	0,201	0,192	-	100,00
305	98,596	0,508	0,404	0,491	-	100,00
370	98,596	0,000	0,579	0,826	-	100,00

444 BED: Balço eletrolítico dietético
445 K_2CO_3 - peso molecular (UMA) = 138,20; pureza: 99,0%.
446 $NaHCO_3$ - peso molecular (UMA) = 84,00; pureza: 99,0%.
447 NH_4Cl - peso molecular (UMA) = 53,45; pureza: 99,5%.

448
449
450
451
452
453
454
455
456
457

458 **Tabela 4.** Níveis de sódio (Na⁺), potássio (K⁺), cloro (Cl⁻) e relações entre os eletrólitos
 459 presentes nas dietas experimentais

8 a 21 dias						
BED (mEq/Kg)	Na ⁺ (%)	K ⁺ (%)	Cl ⁻ (%)	Na ⁺ /K ⁺	(K ⁺ +Cl ⁻)/Na ⁺	(Na ⁺ +K ⁺)/Cl ⁻
110	0,210	0,900	0,751	0,23	7,86	1,48
175	0,213	0,949	0,570	0,22	7,12	2,04
240	0,292	1,070	0,570	0,27	5,62	2,39
305	0,376	1,182	0,570	0,32	4,66	2,73
370	0,475	1,268	0,570	0,37	3,87	3,06
22 a 34 dias						
110	0,200	1,013	0,833	0,20	9,23	1,46
175	0,200	1,013	0,606	0,20	8,10	2,00
240	0,253	1,127	0,561	0,22	6,68	2,46
305	0,335	1,242	0,561	0,27	5,39	2,81
370	0,426	1,340	0,561	0,32	4,46	3,15

460 BED: Balanço eletrolítico dietético.

461

462

463 **Tabela 5.** Níveis de balanço eletrolítico dietético (BED) sobre o desempenho de frangos de
 464 corte de 8 a 21 dias de idade

BED (mEq/Kg)	Variáveis			
	PM(g)	CR (g)	GP (g)	CA
110	818,0	923,8	674,4	1,374
175	780,9	949,8	641,2	1,481
240	756,5	974,9	612,0	1,600
305	775,7	957,5	627,7	1,527
370	805,1	959,4	656,2	1,464
Probabilidade	0,1022	0,5943	0,1067	0,0030
Regressão	Q	ns	Q	Q
CV	4,99	5,56	6,11	5,71

465 PM: peso médio; CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CA: conversão alimentar; Q: efeito quadrático; ns:
 466 não significativo; CV: coeficiente de variação.

467

468

469

470

471

472

473

474

475 **Tabela 6.** Níveis de balanço eletrolítico dietético (BED) sobre o desempenho de frangos de
 476 corte de 22 a 34 dias de idade

BED (mEq/Kg)	Variáveis			
	PM (g)	CR (g)	GP (g)	CA
110	1811,9	1786,9	1087,1	1,645
175	1764,6	1735,7	1044,3	1,665
240	1780,9	1725,9	1060,0	1,631
305	1729,1	1704,5	1005,3	1,696
370	1768,3	1807,4	1035,0	1,747
Probabilidade	0,0619	0,0392	0,0372	0,0994
Regressão	L	Q	L	L
CV	2,77	3,41	4,37	4,23

477 PM: peso médio; CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CA: conversão alimentar; Q: efeito quadrático; ns:
 478 não significativo; L: efeito linear; CV: coeficiente de variação.

479
 480
 481

482 **Tabela 7.** Níveis de balanço eletrolítico dietético (BED) sobre metabolismo energético de
 483 frangos de corte na fase de 8 a 21 dias de idade

BED (mEq/Kg)	Variáveis			
	ER	EMI (kcal/kg ^{0,75} /dia)	PC	ERE (%)
110	176,3	370,0	193,7	48,0
175	177,5	383,0	205,5	46,3
240	177,8	426,4	248,8	41,6
305	185,6	402,0	216,6	46,0
370	179,7	390,2	210,3	46,2
Probabilidade	0,9599	0,0169	0,0169	0,3265
Regressão	ns	Q ¹	Q ²	Ns
CV	12,00	6,49	11,48	10,80

484 ER: energia retida; EMI: energia metabolizável ingerida; PC: produção de calor; ERE: eficiência de retenção de
 485 energia; Q: efeito quadrático; ns: não significativo; CV: coeficiente de variação.

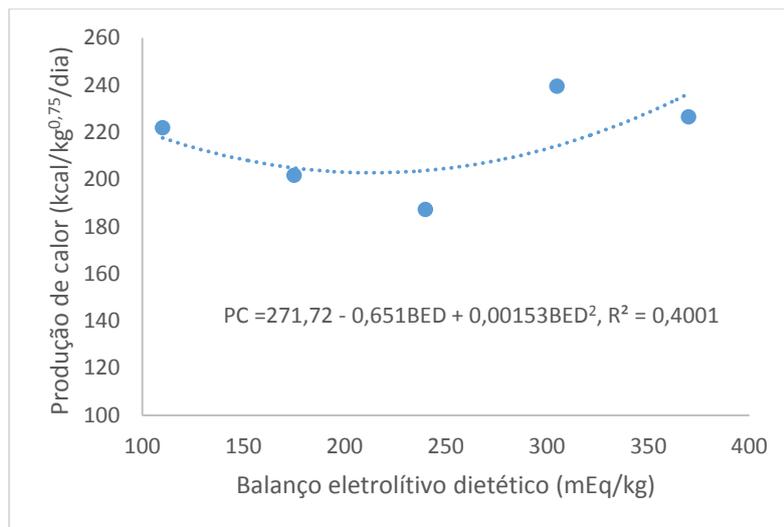
486
 487
 488
 489
 490
 491
 492
 493
 494
 495
 496
 497

498 **Tabela 8.** Níveis de balanço eletrolítico dietético (BED) sobre metabolismo energético de
 499 frangos de corte na fase de 22 a 34 dias de idade

BED (mEq/Kg)	Variáveis			
	ER	EMI (kcal/kg ^{0,75} /dia)	PC	ERE (%)
110	118,6	340,3	221,9 AB	34,6
175	123,6	344,6	201,7 AB	35,8
240	138,1	339,6	187,2 B	42,2
305	103,6	347,7	239,5 A	30,0
370	128,3	340,3	226,5 AB	36,0
Probabilidade	0,4061	0,9411	0,0478	0,1773
Regressão	ns	ns	ns	ns
CV	27,08	6,06	13,57	22,66

500 Médias com letras maiúsculas semelhantes nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de SNK ($\alpha=0,05$).
 501 ER: energia retida; EMI: energia metabolizável ingerida; PC: produção de calor; ERE: eficiência de retenção de
 502 energia; Q: efeito quadrático; ns: não significativo; CV: coeficiente de variação.

503
 504
 505
 506



507 **Gráfico 1.** Níveis de balanço eletrolítico dietético (BED) sobre a produção de calor de
 508 frangos de corte na fase de 22 a 34 dias de idade

509
 510