

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FRANCIELY BENTHIEN DA COSTA

**ANÁLOGOS DE METIONINA E BALANÇO ELETROLÍTICO
EM DIETAS DE FRANGO**

CURITIBA
2011

FRANCIELY BENTHIEN DA COSTA

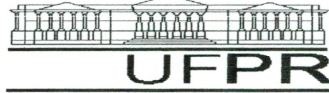
ANÁLOGOS DE METIONINA E BALANÇO ELETROLÍTICO EM DIETAS DE FRANGO

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Produção Animal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Aparecido Borges
Co-Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka

CURITIBA
2011

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada “**ANÁLOGOS DE METIONINA E BALANÇO ELETROLÍTICO EM DIETAS DE FRANGO**” apresentada pela Mestranda FRANCIELY BENTHIEN DA COSTA declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou a candidata APTA para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 24 de fevereiro de 2011



Professor Dr. Sebastião Aparecido Borges
Presidente/Orientador



Professor Dr. Alex Maiorka
Membro



Professor Dr. Lucio Francelino Araújo
Membro



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias
Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA SCA


CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo no. 028/2009, referente ao projeto “ Fontes de metionina e balanço eletrolítico em dietas de Frango”, sob a responsabilidade de Franciely Benthien da Costa em que foi apresentado, foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias, em reunião realizada dia 23 de Agosto de 2010. Este certificado expira em 23 de agosto de 2011.

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 028/2009, regarding the project “Source of methionine and electrolyte balance in broilers diets”, in charge of Franciely Benthien da Costa , in the terms it was presented, was approved by the Animal Use Ethics Committee of the Agricultural Sciences Campus of the Universidade Federal do Paraná (Federal University of the State of Paraná, Southern Brazil) during session on August 2010. This certificate expires on August, 2011.

Curitiba, 23 de agosto de 2010.


Geraldo Camilo Alberton
Presidente


Patrick Schmidt
Vice-Presidente

Comissão de Ética no Uso de Animais
Setor de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Paraná.

Dedico a duas pessoas: Carlos Augusto e Eliane,
que em nenhum momento mediram
esforços para realização
dos meus sonhos, que me guiaram
pelos caminhos corretos,
me mostraram que a honestidade
e o respeito são essenciais à vida,
e que devemos sempre lutar pelo que queremos.
A eles devo a pessoa que me tornei,
sou extremamente feliz e tenho muito orgulho por
chamá-los de pai e mãe.
AMO VOCÊS!

Ofereço ao meu orientador Dr. Sebastião
Borges, pela paciência, ensinamento e
confiança depositada em mim!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Santa Rita de Cássia por terem iluminado meu caminho permitindo que eu realizasse este grande sonho.

Agradeço aos meus pais por todos os momentos de incentivo, compreensão e confiança. À vocês que sempre compartilharam meus sonhos e desalentos, vitórias e derrotas, alegrias e tristezas, incentivando-me a prosseguir a jornada, quais fossem os obstáculos, hoje quero olhar em seus olhos e agradecer por este lugar que conquistei.

Aos meus avós, vô Dado e vó Dada, pelo motivo de incentivo que sempre me proporcionaram.

Ao meu noivo Fernando que sempre me incentivou e me ajudou em todos os momentos, estando sempre ao meu lado, dando todo apoio e força.

À minha querida família: tios, tias, primos e primas pelos momentos felizes e todo o carinho.

Aos mestres, professor Sebastião Borges e Alex Maiorka, minha eterna gratidão, pelas grandes oportunidades e ensinamentos. Vocês me ensinaram a arte de construir um hoje comprometido com o amanhã e sempre me guiaram de maneira honrada nestes anos que se passaram. Dizer-lhes obrigada é muito pouco!

À minha querida professora Ana Luisa Palhano Silva, a quem tenho muito carinho e respeito, agradeço pelo ensinamento, amizade e oportunidades.

Aos funcionários e amigos do Laboratório de Nutrição Animal da UFPR: Cleusa, Hair, Aldo, Marcelo e Ruy, aos funcionários da fazenda Divina, Esmael, Ivone e Esmael da fábrica da ração, pela paciência, ajuda e ensinamentos. Pessoas estas que hoje fazem parte de meu coração e jamais serão esquecidas, minha eterna gratidão....

Aos amigos, Nanda, Chay, Fábio, Iolanda, Carlos, Paulinha, Laís, Ana, Tatinha, Marcelo, e a todos os alunos/estagiários da avicultura, agradeço pelo companherismo, pela ajuda, pois foram vocês que me auxiliaram sem medir esforços tornando possível a condução e execução do experimento.

Em especial tenho muito a agradecer a minha grande amiga ALINE, pela sincera e verdadeira amizade. Conhecer você amiga, foi um presente de Deus para a minha vida! Agradeço a Ele por ter feito os nossos caminhos se cruzarem e assim me presentear com a sua amizade. Agradeço por estar ao meu lado em todos os momentos! Hoje eu posso olhar pra ti e dizer: Eu sou privilegiada por viver essa amizade verdadeira!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos, à Adisseo Brasil S.A e QGN Química Geral do Nordeste S.A pelo auxílio na pesquisa

À Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade concedida para a realização do curso.

À todos que de alguma forma contribuíram no desenvolvimento do trabalho.

E é lógico aos animais, objetivo maior de toda minha carreira profissional.

Muito obrigada a todos por fazerem parte de minha vida!

Pensando bem...

... Ser veterinário não é só cuidar de animais.

É, sobretudo amá-los, não ficando somente nos padrões éticos de uma ciência médica.

Ser veterinário é acreditar na imortalidade da natureza e querer preservá-la sempre mais bela.

Ser veterinário não é só ouvir miados, mugidos, balidos, relinchos, cacarejos e latidos, mas principalmente entendê-los e amenizá-los.

É gostar de terra molhada, de mato fechado, de luas e chuvas.

Ser veterinário é não importar se os animais pensam, mas sim que sofrem.

É dedicar parte do seu ser à arte de salvar vidas.

Ser veterinário é aproximar-se de instintos. É perder medos.

É ganhar amigos de pêlos e penas, que jamais irão decepcioná-lo.

Ser veterinário é ter ódio de gaiolas, jaulas e correntes.

É perder um tempo enorme apreciando rebanhos e vôos de gaivotas.

É permanecer descobrindo, através de animais, a si mesmo.

Ser veterinário é ser o único capaz de entender rabos abanando, arranhões carinhosos e mordidas de afeto.

É sentir cheiro de pêlo molhado, cheiro de almofada com essência de gato, cheiro de baias, de curral, de esterco, de granja.

Ser veterinário é ter coragem de entrar num mundo diferente e ser igual.

É ter capacidade de compreender gratidões mudas, mas sem dúvida alguma, as únicas verdadeiras.

É aliviar olhares, é lembrar de seu tempo de criança e querer levar para casa todos os cães vadios e sem dono.

Ser veterinário é conviver lado a lado com ensinamentos profundos de amor e vida.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vii
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2

CAPÍTULO I – METIONINA, BALANÇO ELETROLÍTICO E EQUILÍBRIO ÁCIDO BÁSICO PARA FRANGOS

1.INTRODUÇÃO	3
2. EQUILÍBRIO ÁCIDO BÁSICO	5
2.1 Mecanismos respiratórios na regulação do equilíbrio ácido básico.....	8
2.2 Mecanismos renais na regulação do equilíbrio ácido básico.....	9
2.3 Distúrbios do equilíbrio ácido básico	10
2.4 Aminoácidos x equilíbrio ácido básico.....	11
3. BALANÇO ELETROLÍTICO	12
3.1 Calculando o balanço eletrolítico da dieta.....	15
4. PROTEÍNA E AMINOÁCIDOS.....	17
4.1 Metionina e seus análogos.....	19
4.2 Metabolismo das fontes de metionina	22
4.3 Bioequivalência entre os isômeros de metionina e de seus hidróxi-análogos...	23
REFERÊNCIAS.....	25

CAPÍTULO II – EFEITO DAS FONTES DE METIONINA E DO BALANÇO ELETROLITICO SOBRE O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E RENDIMENTO DE CARÇA DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO.....	29
ABSTRACT	30
1. INTRODUÇÃO	31
2. MATERIAIS E MÉTODOS	32
2.1 Animais e local do experimento.....	32

2.2 Delineamento experimental e dietas	32
2.3 Parâmetros avaliados e coleta de dados.....	36
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4. CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS.....	46

**CAPÍTULO III – IMPACTO DAS FONTES DE METIONINA E BALANÇO
ELETROLÍTICO SOBRE A FISIOLOGIA DO TRATO DIGESTÓRIO DE FRANGOS**

RESUMO.....	49
ABSTRACT.....	50
1. INTRODUÇÃO	51
2. MATERIAIS E MÉTODOS	52
2.1 Animais e local do experimento.....	52
2.2 Delineamento experimental e dietas	52
2.3 Parâmetros avaliados e coleta de dados.....	55
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4. CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS.....	62

**CAPÍTULO IV – EFEITO DAS FONTES DE METIONINA E DO BALANÇO
ELETROLÍTICO SOBRE OS PARÂMETROS GASOMÉTRICOS E
HEMATOLÓGICOS DE FRANGOS**

RESUMO.....	64
ABSTRACT.....	65
1. INTRODUÇÃO	66
2. MATERIAIS E MÉTODOS	67
2.1 Animais e local do experimento.....	67
2.2 Delineamento experimental e dietas	67
2.3 Parâmetros avaliados e coleta de dados.....	71
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
4. CONCLUSÕES	78
REFERÊNCIAS.....	79
IMPLICAÇÕES	80
VITA.....	81

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II – EFEITO DAS FONTES DE METIONINA E DO BALANÇO ELETROLÍTICO SOBRE O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E RENDIMENTO DE CARÇA DE FRANGOS DE CORTE

Tabela 1: Experimento I fase inicial	33
Tabela 2: Experimento I fase crescimento	33
Tabela 3: Experimento II fase inicial	33
Tabela 4: Experimento II fase crescimento	33
Tabela 5: Composição das dietas experimentais fase inicial	34
Tabela 6: Composição das dietas experimentais fase crescimento	35
Tabela 7: Temperatura do galpão durante experimento	36
Tabela 8: Desempenho de frangos de corte com 1 a 7 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-metionina	37
Tabela 9: Desempenho de frangos de corte com 1 a 7 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA	37
Tabela 10: Desempenho de frangos de corte com 1 a 21 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-metionina	39
Tabela 11: Desempenho de frangos de corte com 1 a 21 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA	39
Tabela 12: Desempenho de frangos de corte com 22 a 42 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-metionina.....	40
Tabela 13: Desempenho de frangos de corte com 22 a 42 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA	40
Tabela 14: Desempenho de frangos de corte com 1 a 42 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e DL metionina.....	41
Tabela 15: Desempenho de frangos de corte com 1 a 42 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA	41
Tabela 16: Rendimento de carcaça, corte e gordura abdominal de frangos com 42 dias recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-metionina.....	42
Tabela 17: : Rendimento de carcaça, corte e gordura abdominal de frangos com 42 dias recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA ...	43

CAPÍTULO III – IMPACTO DAS FONTES DE METIONINA E BALANÇO ELETROLÍTICO SOBRE A FISIOLOGIA DO TRATO DIGESTÓRIO DE FRANGOS

Tabela 1: Experimento I fase inicial.....	53
Tabela 2: Experimento II fase inicial.....	53
Tabela 3: Composição das dietas experimentais fase inicial.....	54
Tabela 4: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-metionina sobre peso relativo do estômago (pró-ventrículo+moela), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), fígado e comprimento relativo (CR) do intestino delgado de frangos aos 18 dias de idade	56
Tabela 5: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA sobre peso relativo do estômago (pró-ventrículo+moela), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), fígado e comprimento relativo (CR) do intestino delgado de frangos aos 18 dias de idade	56
Tabela 6: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-metionina sobre o comprimento dos vilos e profundidade de criptas do duodeno, jejuno e íleo de frangos aos 18 dias de idade	58
Tabela 7: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA sobre o comprimento dos vilos e profundidade de criptas do duodeno, jejuno e íleo de frangos aos 18 dias de idade	58

CAPÍTULO IV – EFEITO DAS FONTES DE METIONINA E DO BALANÇO ELETROLÍTICO SOBRE OS PARÂMETROS GASOMÉTRICOS E HEMATOLÓGICOS DE FRANGOS

Tabela 1: Experimento I fase inicial.....	68
Tabela 2: Experimento I fase crescimento.....	68
Tabela 3: Experimento II fase inicial.....	68
Tabela 4: Experimento II fase crescimento.....	68
Tabela 5: Composição das dietas experimentais fase inicial.....	69
Tabela 6: Composição das dietas experimentais fase crescimento	70
Tabela 7: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-Metionina sobre parâmetros gasométricos e hematológicos de frangos aos 21 dias de idade ...	72
Tabela 8: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA sobre parâmetros gasométricos e hematológicos de frangos aos 21 dias de idade	72

Tabela 9: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-Metionina sobre parâmetros gasométricos e hematológicos de frangos aos 38 dias de idade ...73

Tabela 10: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA sobre parâmetros gasométricos e hematológicos de frangos aos 38 dias de idade73

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I – METIONINA, BALANÇO ELETROLÍTICO E EQUILÍBRIO ÁCIDO BÁSICO PARA FRANGOS

Figura 1: Molécula de aminoácido.....	18
Figura 2: Estrutura da metionina e do hidróxi-análogo de metionina	20
Figura 3: D e L aminoácido.....	20
Figura 4: Isômeros de metionina	21
Figura 5: Rotas de transformação de D-metionina e dos L e D dos hidróxi análogos de metionina.....	22

LISTA DE ABREVIATURAS

BEecf: bases em excesso
CA: conversão alimentar
CaCl₂: cloreto de cálcio
Cl⁻: cloro
CO₂: dióxido de carbono
CR: consumo de ração
CV: coeficiente de variação
D: destrógiro
DL-M: DL-Metionina
D-Met: D-Metionina
EPM: erro padrão da média
GP: ganho de peso
H⁺: ácido
H₂CO₃: ácido carbônico
H₂O: água
HB: hemoglobina
HCO₃⁻: bicarbonato
Hct: hematócrito
HMTBA: Metionina hidróxi análoga
ID: intestino delgado
IG: intestino grosso
K⁺: potássio
K₂CO₃: carbonato de potássio
KCl: cloreto de potássio
KHCO₃: bicarbonato de potássio
L: levógiro
L-Met: L-Metionina
mEq: miliequivalente
Na⁺: sódio
NaCl: cloreto de sódio
NaHCO₃: bicarbonato de sódio
NH₄⁺: amônio
NH₂: amina
NH₃⁻: amônia
NH₄Cl: cloreto de amônio
O₂: oxigênio
OH⁻: base
OH: hidroxila
pCO₂: pressão parcial de dióxido de carbono
pH: potencial hidrogeniônico

ANÁLOGOS DE METIONINA E BALANÇO ELETROLÍTICO EM DIETAS DE FRANGO

RESUMO

Os experimentos foram realizados com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes fontes de metionina combinadas com diferentes estratégias de manipulação do equilíbrio eletrolítico da dieta sobre o desempenho zootécnico, característica de carcaça, morfometria da mucosa intestinal, alometria dos órgãos digestivos, parâmetros gasométricos e hematológicos. Foram alojados 1472 frangos, machos, linhagem Cobb. O delineamento foi inteiramente, sendo cada experimento composto de quatro tratamentos com oito repetições de 23 aves cada. As dietas foram à base de milho e farelo de soja, formuladas de acordo com níveis nutricionais recomendadas pelo manual da linhagem utilizada. Os resultados possibilitam concluir que o balanço eletrolítico interfere no desempenho das aves, por isso deve-se corrigir o balanço eletrolítico na ração adotando diferentes estratégias de correção para diferentes fases da vida do animal. Nas dietas iniciais para frangos não devemos adicionar potássio às dietas. E, a HMTBA pode ser usada para frangos de corte em todas as fases de criação em substituição a DL-metionina, a mesma tem efeito benéfico sobre a morfometria intestinal, particularmente quando se corrige o balanço eletrolítico das dietas. De acordo com as condições experimentais nesse estudo os parâmetros gasométricos e hematológicos não foram afetados.

Palavras-chave: aminoácido, aves, eletrólitos, equilíbrio ácido-base.

ANALOGUES OF METHIONINE AND ELECTROLYTE BALANCE IN DIETS FOR BROILERS

ABSTRACT

The experiments were performed to evaluate the effect of different sources of methionine combined with different strategies for handling the electrolyte balance in the diet on animal performance, carcass characteristics, intestinal mucosal morphometry, allometry of the digestive organs, blood gases and haematological parameters. 1472 broilers were housed, male Cobb. The experimental design was completely, with each experiment consisting of four treatments with eight replicates of 23 birds each. The diets were based on corn and soybean meal, formulated according to nutritional levels recommended by the strain used. The results allow to conclude that the electrolyte balance interfere on broiler performance, so you have to correct electrolyte balance in the diet by adopting different strategies to correct for different stages of the animal. In the initial diets for chickens should not add potassium diets. And, HMTBA can be used for broilers in all phases of creating a substitute for DL-methionine, have the same beneficial effect on intestinal morphology, particularly when it corrects the electrolyte balance of the diets. Under the experimental conditions in this study, blood gases and haematological parameters were not affected.

Keywords: acid-base balance, amino acid, birds and electrolytes.

CAPÍTULO I

METIONINA, BALANÇO ELETROLÍTICO E EQUILÍBRIO ÁCIDO-BÁSICO PARA FRANGOS

1. INTRODUÇÃO

O avanço na genética dos frangos de corte traz como consequência, além da melhoria nos parâmetros zootécnicos, uma necessidade constante de ajustes nos requerimentos nutricionais para permitir a completa expressão do potencial genético das aves. A indústria tem disponibilizado ao mercado aminoácidos sintéticos, permitindo formulação de ração com as quantidades dos animais. A evolução avícola vem acompanhada de melhorias nas condições de alimentação, manejo, sanidade e comercialização. A alimentação representa aproximadamente 70% do custo total da produção, tendo as fontes protéicas grande contribuição nesse valor. Uma vez que a proteína é o principal componente dos órgãos e estruturas moles do organismo animal, a sua suplementação nas dietas se faz necessária durante toda a vida, tanto para o crescimento animal quanto para a manutenção de suas funções vitais.

A metionina é o primeiro aminoácido limitante para frangos de corte. Sabe-se que o desempenho das aves melhora com o aumento da suplementação dietética dos aminoácidos, até que o potencial máximo do animal seja alcançado, no entanto, a metionina em excesso, é catabolizada no organismo, gerando radicais ácidos que podem interferir no equilíbrio ácido básico do animal ocasionando uma acidose metabólica (BAKER, 1994). As atividades das enzimas celulares, as trocas eletrolíticas e a manutenção do estado estrutural das proteínas dos organismos são profundamente influenciadas por pequenas alterações do pH sangüíneo e por alterações hidrogeniônicas (MACARI et al., 1994). Para se obter uma dieta equilibrada, formulada à base de milho e soja e que contenha todos os aminoácidos essenciais nas quantidades mínimas requeridas para o bom desempenho das aves, muitas vezes, é necessária a inclusão de aminoácidos sob a forma sintética (VISCENTINI et al., 2005). Para a suplementação de metionina existem mais de duas fontes sintéticas disponíveis no mercado, porém as mais utilizadas são a DL-metionina (DLM) na forma pó e a metionina hidróxi análoga em ácido livre (HMTBA) na forma líquida (WEERDEN e SCHUTTE, 1984).

O balanço eletrolítico da dieta, ou seja, a diferença entre os principais cátions e ânions que representam a acidogenicidade ou alcalinidade da dieta, também exerce efeitos sobre o equilíbrio ácido-básico dos animais. O balanço eletrolítico pode ser calculado em miliequivalente (mEq) por kg de ração, através da quantificação dos três principais íons envolvidos nos processos metabólicos que são o sódio, potássio e cloro. MONGIN e SAUVEUR (1977) sugeriram uma equação simplificada para identificar a relação crítica destes eletrólitos para uso nas formulações de rações. Subtraindo-se a quantidade de ânions (cloro) da quantidade total de cátions (sódio e potássio) da dieta, encontra-se o valor do balanço eletrolítico da dieta, dado em mEq/kg. Várias estratégias têm sido pesquisadas na tentativa de se encontrar aquela que melhor corrige o consumo de eletrólitos para aves, dentre elas podemos citar a adição de sais na dieta, fontes de sódio, potássio ou cloro, adequando assim o balanço eletrolítico da dieta, conforme a necessidade do animal.

Um dos grandes questionamentos da nutrição industrial brasileira é sobre a utilização dos análogos da metionina e suas inter-relações com os conceitos de proteína ideal e balanço eletrolítico. Outro ponto relevante é a forma de correção do balanço eletrolítico das rações, ou seja, quais íons devem ser manipulados para as diferentes fases da vida das aves. O nosso grande desafio é correlacionar esses conceitos, empregando dietas comerciais utilizadas pela agroindústria brasileira, tendo em vista que quando incluimos as farinhas de origem animal nas rações estamos incluindo ingredientes que contribuem com grande quantidade de cloretos e retirando aquelas que contribuem com potássio. Em virtude do exposto, o presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito de diferentes fontes de metionina combinadas com diferentes estratégias de manipulação do equilíbrio eletrolítico da dieta sobre o desempenho zootécnico, característica de carcaça, morfometria da mucosa intestinal, alometria dos órgãos digestivos, parâmetros gasométricos e hematológicos.

2. EQUILÍBRIO ÁCIDO BÁSICO

A manutenção do equilíbrio ácido-básico tem grande importância fisiológica e bioquímica, visto que as atividades das enzimas celulares, as trocas eletrolíticas e a manutenção do estado estrutural das proteínas são influenciadas por pequenas alterações na concentração hidrogeniônica (H^+) do sangue (MACARI et al., 1994). Entretanto, o equilíbrio ácido-básico não é definido somente em termos da concentração dos íons hidrogênio no sangue (pH), mas deve-se incluir a pressão parcial de dióxido de carbono (pCO_2), bicarbonato (HCO_3^-) e as bases em excesso (BE_{ecf}) (PATIENCE, 1990). A associação desses parâmetros ajudam a definir o estado de equilíbrio ácido-básico do animal e a natureza de qualquer desvio desse equilíbrio.

A regulação dos líquidos do organismo compreende a manutenção de concentrações adequadas de água e eletrólitos e a preservação da concentração de íons hidrogênio adequada ao melhor funcionamento celular. A manutenção da quantidade ideal de íons hidrogênio nos líquidos intracelular e extracelular depende do equilíbrio químico entre os ácidos e as bases existentes no organismo, denominado equilíbrio ácido-básico (MACARI et al., 1994). O entendimento do equilíbrio ácido-básico é complexo, porém muito importante na produção avícola, e os distúrbios desse equilíbrio podem afetar a produtividade das aves. As substâncias que podem ceder hidrogênio em uma solução são denominadas ácidas, enquanto que as substâncias que podem captar o hidrogênio nas soluções são denominadas bases. A concentração final do hidrogênio livre nos líquidos orgânicos, resulta do equilíbrio entre ácidos e bases.

O dióxido de carbono (CO_2) é o produto final da oxidação completa de carboidratos, lipídios e proteínas, com isso, o metabolismo animal gera grandes quantidades de CO_2 nas células, tornando a pressão parcial de dióxido de carbono (pCO_2) tecidual mais elevada do que a pCO_2 sanguínea. Dessa forma, uma vez que existe diferença de pressão, o CO_2 difunde-se a partir das células para o sangue e plasma, entretanto o sangue arterial quando chega aos tecidos contém uma alta taxa de oxiemoglobina e libera oxigênio (O_2) para os tecidos e assim ocorre a liberação de CO_2 para o sangue, que se difunde para o plasma. No plasma, uma parte do CO_2 interage com substâncias tamponantes no interior de eritrócitos, outra fração considerável reage com grupo amino da hemoglobina para formar compostos carbamino e o restante do CO_2 permanece no plasma e reage com a água formando

ácido carbônico (H_2CO_3), sendo essa reação catalisada pela enzima anidrase carbônica e é conhecida como uma reação de hidratação (MACARI et al., 1994), ou seja, o dióxido de carbono é hidratado para formar ácido carbônico, onde se ioniza formando íons de H^+ e íons de bicarbonato de sódio (HCO_3^-).

O organismo das aves faz ajustes metabólicos para manter o pH dentro dos limites fisiológicos aceitáveis, o equilíbrio ácido-básico se refere à regulação da concentração dos ânions e cátions nos fluídos orgânicos das aves e dos mamíferos, assim, a medida mais acurada do equilíbrio ácido-básico é obtida pela determinação da relação de ânions e cátions na corrente circulatória (SWENSON e REECE, 1993). Certas proteínas, como a hemoglobina e outros compostos orgânicos podem atuar como ácidos ou bases, porém, por razões práticas, são usados os valores de pH e pCO_2 em que pH é determinado como logaritmo negativo da concentração de íons de hidrogênio e o pCO_2 é a pressão parcial de dióxido de carbono no sangue.

A unidade de medida da concentração dos íons hidrogênio nos líquidos do organismo é denominada pH, onde a manutenção do mesmo é de extrema importância ao organismo. A concentração do hidrogênio livre no organismo depende da ação de substâncias que disputam o hidrogênio entre si. O pH normal do sangue das aves varia sob condições fisiológicas, na faixa de 7,2 a 7,36 (TEETER et al., 1985). BORGES (2001), trabalhando com frangos da linhagem Cobb, encontrou valores de pH sanguíneo de 7,33.

Os fluídos do organismo contêm substâncias químicas que podem combinar com ácidos (H^+) ou bases (OH^-) com a finalidade de prevenir as mudanças bruscas no pH, a essas substâncias dá-se o nome de tampões, que consistem em um ácido fraco (doador de prótons) e sua base conjugada (receptor de prótons), e sabe-se que o íon bicarbonato (HCO_3^-) e o dióxido de carbono (CO_2) constituem-se no mais importante sistema tampão para todos os vertebrados (LEHNINGER et al., 1995). Com a queda do pH de uma solução, o bicarbonato capta os íons H^+ para cedê-los novamente quando o pH estiver estabilizado e desta maneira, age contra as modificações abruptas da reação. Entre os tampões do espaço extracelular, o bicarbonato e as proteínas plasmáticas desempenham um papel relevante, enquanto a hemoglobina e os fosfatos estão em primeiro plano no compartimento intracelular (ÉVORA et al., 1999).

Três sistemas estão em atividade para manter a homeostase ácido-base: tampões intracelulares e extracelulares, o ajuste respiratório da concentração

sangüínea de dióxido de carbono e a excreção dos íons hidrogênio ou bicarbonato pelos rins. Os dois primeiros são responsáveis pela correção rápida das alterações de pH, enquanto que os rins são responsáveis pela homeostasia ácido-básica em longo prazo e pela excreção do excesso de íons hidrogênio (VERLANDER, 2004 e CUNNINGHAM, 1992).

Tampões intracelulares e extracelulares titulam o H⁺ para manter o pH dentro dos limites fisiológicos, tais tampões incluem hemoglobina, outras proteínas, fosfato e o bicarbonato, que normalizam rapidamente o pH após alterações agudas na carga de ácidos. O sistema respiratório pode responder rapidamente para manter o pH sangüíneo normal alterando a taxa de remoção de CO₂ reduzindo a concentração de ácido carbônico (H₂CO₃) no sangue. A remoção de CO₂ do sangue pela respiração faz com que ocorra um desvio na reação, ocorrendo assim uma redução na concentração de H⁺, elevando o pH, com isso, o pulmão fornece uma via importante para a estabilização do pH sangüíneo. O rim também é um outro sistema de defesa do equilíbrio ácido-básico, embora os sistemas de tamponamento e respiratório sejam capazes de estabilizar o pH sanguíneo, os rins são responsáveis pela excreção renal da maior parte do excesso de H⁺ (CUNNINGHAM, 1992)

Um dos principais tampões do sangue é o sistema bicarbonato-dióxido de carbono. Quando uma base entra no organismo, o H₂CO₃ prontamente reage com ela, produzindo HCO₃⁻ e H⁺, conforme a equação:



No entanto, quando um ácido é adicionado ao sangue, o bicarbonato do tampão prontamente reage com ele, diminuindo a quantidade de bases e alterando a relação entre o bicarbonato e o ácido carbônico. O ácido carbônico produzido pela reação do bicarbonato do tampão, se dissocia em CO₂ e água; o CO₂ é eliminado pelos pulmões.



O equilíbrio ácido-básico do meio circulante pode ser definido em função das quantidades relativas dos componentes desse sistema, por meio da equação de Henderson-Hasselbach:

$$\text{pH} = \text{pK} + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}$$

A dissociação constante do ácido fraco é representada pelo K, e pK é o logaritmo negativo de K. Neste contexto, o pK pode ser definido como o pH em que

o ácido e a base do sistema tampão estão em concentrações iguais. Assim, a equação de Henderson-Hasselbalch mostra que o pH de uma solução que contém tal sistema tampão é determinado pela proporção da base em relação ao ácido (SWENSON e REECE, 1993).

Para um dado valor de pH em uma solução, a concentração para cada agente (tampão), base $[\text{HCO}_3^-]$ e ácido $[\text{CO}_2]$ é fixa. A importância do tampão $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_2$ no sangue está relacionada ao fato de que ele, não somente pode tamponar íons de H^+ , mas também que suas quantidades no organismo podem ser variadas independente em órgãos como os pulmões e os rins.

2.1 Mecanismos respiratórios na regulação do equilíbrio ácido básico

O sistema respiratório das aves apresenta características peliculares entre os vertebrados, tanto na sua estrutura como na forma que desempenha sua função que é de captar oxigênio e liberar gás carbônico. A ventilação pulmonar, juntamente com a troca de gases nos capilares pulmonares, é acoplada ao sistema circulatório na sua capacidade de transportar O_2 para o tecido periférico e remoção de CO_2 para a atmosfera. O ponto terminal na célula é a mitocôndria, que produz compostos ricos em fosfato (ATP) para o metabolismo celular. Os pulmões são fundamentais na regulação do equilíbrio ácido básico por meio da regulação da pCO_2 no sangue. O CO_2 produto final do metabolismo oxidativo, é um ácido potente que reage com a água formando H_2CO_3 , assim, um aumento na concentração de CO_2 nos líquidos corporais reduzirá o pH, enquanto que uma redução na concentração de CO_2 elevará o pH. Dessa maneira, a taxa de ventilação alveolar, ou seja, trocas entre o ar atmosférico e o ar alveolar, é que vão determinar a concentração de CO_2 do organismo (MACARI et al., 1994)

A pressão parcial do dióxido de carbono no sangue é um dos fatores químicos mais importantes na regulação da ventilação pulmonar, grande parte das alterações induzidas pela pCO_2 sobre a ventilação pulmonar resulta do efeito do CO_2 sobre a concentração de íons H^+ do líquido intersticial no cérebro. Quando a concentração de CO_2 se eleva, ocorre um aumento dos íons de H^+ os quais vão estimular o centro respiratório, havendo um aumento na ventilação alveolar, ao contrário, uma queda na concentração sanguínea de CO_2 reduz a concentração de íons de H^+ , diminuindo o estímulo sobre o centro respiratório, tornando a ventilação alveolar menor (MACARI et al., 1994).

2.2 Mecanismos renais na regulação do equilíbrio ácido básico

O metabolismo celular produz uma série de outros radicais ácidos não voláteis, os chamados ácidos fixos, em casos de ingestão de substâncias alcalinas ou ácidas pode ocorrer no organismo um excesso de base ou ácido, esses deverão ser eliminados pelos rins através da urina, assim, o rim favorece com a excreção de radicais ácidos ou básicos, exercendo um papel relevante na manutenção do equilíbrio ácido-básico no organismo. Os rins regulam a concentração de íons de hidrogênio, aumentando ou diminuindo a concentração de íons bicarbonato no líquido corporal, para que isso ocorra, há uma série de reações nas células epiteliais dos túbulos proximais, distais e ductos coletores renais (SWENSON e REECE, 1993)

O processo inicia-se com o dióxido de carbono nas células epiteliais tubulares, quando o mesmo reage com a água, catalisada pela anidrase carbônica, formando ácido carbônico, que se dissocia em H^+ e HCO_3^- , os íons H^+ são secretados por transporte ativo enquanto íons bicarbonato vão para o sangue, portanto grande quantidade de íons H^+ são também secretados para os túbulos proximais, mas a maior parte deles reage com o bicarbonato filtrado e ocorre uma pequena queda do pH. Nos túbulos distais e ductos coletores, o transporte ativo dos íons H^+ pode operar contra um elevado gradiente de concentração e diminuir o pH da urina (MACARI et al., 1994)

O sódio é o principal cátion do fluido extracelular, e o rim reabsorve ao máximo esse íons, substituindo-o por outros cátions. Como os ácidos fixos do sangue estão na forma de sais de sódio um dos mecanismos para poupar o sódio é trocá-lo por íons de H^+ , com isso o rim promove um intercâmbio de sódio por hidrogênio, resultando de um lado uma acidificação da urina (NaH_2PO_4) e por outro uma recuperação de sódio que é devolvido a circulação, a vantagem desse mecanismo é a conservação do sódio e eliminação do ácido.

Outro sistema tampão existente nos rins das aves é o composto pelo ácido úrico, onde o mesmo é formado no fígado a partir da amônia (NH_3). A amônia reage com íons H^+ , formando íons amônio (NH_4^+), que são excretados na urina combinados com íons cloreto e outros ânions tubulares. Apenas poucos íons H^+ podem ser transportados até a urina combinados diretamente ao cloreto, pois o ácido clorídrico é muito forte, no entanto quando íons amônio combinam-se com o cloreto, o pH não varia de maneira tão significativa, pois o cloreto de amônio é um ácido fraco.

2.3 Distúrbios do equilíbrio ácido básico

Os distúrbios metabólicos, acidose ou alcalose, referem-se a anormalidades do equilíbrio ácido-básico que não são causadas por excesso ou insuficiência de CO_2 nos líquidos corporais. Desvios extremos do equilíbrio ácido-básico, em geral, acompanham alterações profundas da função dos órgãos vitais e podem determinar a morte do animal. Os principais distúrbios do equilíbrio ácido-básico são denominados alcalose e acidose. Tanto uma quanto a outra podem ser de origem metabólica (acidose ou alcalose metabólica) ou respiratória (acidose ou alcalose respiratória).

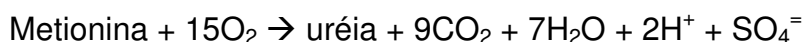
A acidose metabólica é caracterizada por um balanço positivo de íons hidrogênio devido à adição de ácidos ao organismo ou à perda primária de bicarbonato pelo líquido extracelular. As condições típicas que causam acidose metabólica incluem: falha renal para excretar ácido ou reabsorver bicarbonato; ingestão de ácido; excesso na produção endógena de ácido como ocorre no diabetes melitos e durante o jejum; produção anaeróbica de ácido láctico; aumento na produção de ácido sulfúrico (alta ingestão de proteína) e diarreia, na qual o suco pancreático, que contém bicarbonato, não é reabsorvido. Em todos esses casos, a concentração de HCO_3^- cai, e o pH também diminui (MACARI et al., 1994; ÉVORA et al., 1999). A queda na $[\text{HCO}_3^-]$ resultará em queda de todas as bases-tampão do líquido extracelular e hemácias. O pH baixo estimula o sistema de controle respiratório, resultando em aumento na ventilação alveolar e queda na pCO_2 . A compensação pela diminuição da pCO_2 elevará a proporção da base conjugada ao ácido fraco em direção ao valor normal, porém, as baixas concentrações das bases tampões persistirão até que o bicarbonato perdido seja repostado. Isto requer ação corretiva renal: excreção de íons hidrogênio e restauração da HCO_3^- plasmática (SWENSON e REECE, 1993).

A alcalose metabólica é o desvio ácido-básico caracterizado por um balanço negativo de íons H^+ e envolve o ganho de bases ou a perda de ácido no líquido extracelular. Algumas condições que costumam resultar em alcalose metabólica são: ingestão excessiva de substância alcalina, vômitos persistentes do conteúdo gástrico e deficiência de potássio, quando as células tubulares renais liberam quantidades inadequadas de íons H^+ na urina. Em todas estas situações, há aumento da concentração de bicarbonato no líquido extracelular, elevando o pH (MACARI et al., 1994). A elevação do pH deprimirá a ventilação pulmonar, e a pCO_2

se elevará. Essa compensação respiratória levará o pH de volta para baixo em direção ao nível normal, mas todas as bases tampão do organismo permanecerão elevadas. A correção renal consiste em excreção diminuída dos íons hidrogênio e conseqüentemente excreção aumentada de bicarbonato (SWENSON e REECE, 1993).

2.4 Aminoácidos x equilíbrio ácido básico

A degradação das proteínas, dependendo dos aminoácidos que a compõem, pode contribuir como fonte de ácidos ou bases. A oxidação de aminoácidos neutros, como a alanina, não tem efeito sobre o equilíbrio ácido-básico, enquanto que os aminoácidos dicarboxílicos (glutamina e aspartato) podem resultar em alcalose metabólica. A oxidação de aminoácidos catiônicos (lisina, arginina e histidina) pode resultar em acidose metabólica (PATIENCE, 1990). No caso do aminoácido sulfurado metionina, 2 moles de ácido serão produzidos por mol de aminoácido oxidado:



Os aminoácidos sulfurados são os únicos que quando catablizados podem gerar ácido sulfúrico (ácido fixo), enquanto a oxidação de outros aminoácidos produz ácidos voláteis. Entretanto, é difícil estabelecer o poder acidificante da degradação das proteínas associados com uma dieta particular, já que isso depende do balanço de aminoácidos oxidados e não do seu conteúdo total. Os ácidos dos fluídos corporais são originários da dieta consumida e do metabolismo celular, e são classificados como: voláteis, orgânicos e não-voláteis (fixos). As quantidades de ácidos orgânicos e não-voláteis produzidas nas aves são mínimas, quando comparadas com as quantidades de ácidos voláteis (BUTCHER e MILES, 1994). O ácido carbônico é o ácido volátil produzido em maior quantidade no organismo, devido a sua natureza volátil, todo o dióxido de carbono é rapidamente expirado através dos pulmões. Os ácidos orgânicos são derivados da incompleta oxidação de carboidratos e lipídios e em condições normais são produzidos em baixas concentrações, mas em certas situações, como por exemplo, durante a fadiga muscular em que o ácido láctico se acumula ou quando os lipídios são utilizados como fonte de energia, a produção de ácido aceto-acético e 3-hidroxi-butírico aumenta (BUTCHER e MILES, 1994).

Os ácidos fixos ou não-voláteis originam-se da oxidação de determinados componentes das proteínas, como o enxofre dos aminoácidos sulfurados (metionina e cisteína), e o fósforo dos ácidos nucleicos e fosfolípidios nos seus respectivos ácidos sulfúrico e fosfórico. A quantidade de ácidos fixos aumenta quando a ingestão destes excede os requerimentos fisiológicos (MACARI et al., 1994). Tais ácidos fortes têm apenas uma existência fugaz no organismo, porque eles imediatamente reagem com os tampões do plasma, particularmente com o bicarbonato, porém é desconhecido o valor máximo de aminoácidos sulfurados que podem ser incorporados numa dieta, sem que causem alteração no pH sanguíneo.

A fonte protéica utilizada na ração também pode afetar o equilíbrio eletrolítico, pois certas fontes, principalmente as de origem animal, aumentam a produção de ácidos orgânicos e reduzem a contribuição de Na^+ e K^+ , aumentando a quantidade relativa de Cl^- , entretanto, reduções do nível de proteína bruta, em dietas a base de milho e farelo de soja, reduzem os níveis de potássio devido a redução na inclusão de farelo de soja, por exemplo.

DALL´STELLA (2008) trabalhando com balanço eletrolítico e relação aminoácidos sulfurados e lisina digestíveis para frango de corte, observou que na fase de crescimento, houve influencia dos valores de balanço eletrolítico sobre as relações de aminoácidos para ganho de peso e consumo de ração, os animais que consumiram dietas contento a relação de aminoácidos inferior (60%), responderam de forma satisfatória quando o balanço eletrolítico foi corrigido pela adição de bicarbonato na dieta, tornando a dieta mais alcalina. Assim pode-se inferir que a correção do balanço eletrolítico da dieta pode minimizar falhas nas formulações decorrentes do uso equivocado de níveis e relações entre os aminoácidos.

3. BALANÇO ELETROLÍTICO

O balanço eletrolítico se caracteriza pela busca permanente do equilíbrio ácido-básico, e se define como a diferença entre os principais cátions e ânions da dieta e representa a acidogenicidade ou alcalinidade metabólica da mesma, podendo influenciar no crescimento, apetite, desenvolvimento ósseo, resposta ao estresse térmico e no metabolismo de certos nutrientes como aminoácidos, minerais e vitaminas (PATIENCE, 1990; BORGES, 2001). Pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de estudar o equilíbrio ácido-básico ou balanço eletrolítico das dietas, mostrando seus reflexos no desempenho animal. Inúmeros autores têm relatado que

o balanço eletrolítico pode influenciar principalmente no equilíbrio ácido-base das aves e conseqüentemente na manutenção do equilíbrio ácido-base, visto que frangos de corte apresentam um crescimento extremamente rápido e que drásticas alterações nesse equilíbrio podem acarretar danos em seu desempenho.

Eletrólito pode ser definido como uma substância química, que se dissocia nos seus constituintes iônicos, tendo como função fisiológica principal a manutenção do equilíbrio ácido-base corporal. A prevenção do desequilíbrio hidroeletrolítico pode ser obtida pela incorporação de cátions e ânions na dieta, sendo usualmente expressos em mEq/kg (MONGIN, 1981; LEESON e SUMMERS, 1997; BORGES 2001). De acordo com MONGIN (1981) e BORGES (2001), os eletrólitos essenciais à manutenção da pressão osmótica e no equilíbrio ácido-base dos líquidos corporais são: sódio (Na^+), potássio (K^+) e o cloro (Cl^-). Além das aves os exigirem em quantidades mínimas em sua alimentação, para satisfazer suas necessidades nutricionais, é fundamental que a proporção entre eles seja obedecida para manter a homeostase ácido-base e obter o máximo desempenho das aves (BORGES, 2001).

Apesar da importância de balancear adequadamente os eletrólitos da dieta, os mesmos nem sempre recebem a atenção dos nutricionistas. Há várias explicações para esta falta de interesse, como o fato de os níveis de potássio estarem quase sempre em excesso nas rações e o sódio e cloro estarem facilmente disponíveis no cloreto de sódio (NaCl) e serem de baixo custo, contudo, o nível utilizado de NaCl (sal comum) na ração não é ajustado para estes elementos de acordo com os ingredientes utilizados. Uma vez que as exigências para o Na^+ , Cl^- e K^+ já estejam claramente definidas, a preocupação dos nutricionistas deve ser estabelecer balanço eletrolítico na dieta para o fornecimento de cátions e ânions (LEESON, 1995). BUTCHER e MILES (1994) e BORGES (2001), afirmaram que as dietas animais devem ter carga neutra, então todas as cargas negativas devem ser balanceadas com as cargas positivas e que a soma total dos eletrólitos fornecidos na ração tem influência direta na regulação do equilíbrio eletrolítico do animal.

O potássio (K^+) é o principal cátion do fluído intracelular, enquanto que o sódio (Na^+) e o cloro (Cl^-) são os principais íons do fluído extracelular. A osmorregulação é conseguida pela homeostasia destes íons intracelular e extracelular. O K^+ está envolvido em muitos processos metabólicos, incluindo o antagonismo arginina-lisina, condução nervosa, formação do glicogênio, contração muscular, síntese de proteínas teciduais, manutenção da homeostasia intracelular, reações enzimáticas,

balanço osmótico e equilíbrio ácido-básico (PATIENCE, 1990 e BORGES, 2001). Conseqüentemente, mudanças na homeostase de K^+ podem afetar as funções celulares. A sua importância no equilíbrio ácido-básico é relevante, pois como a secreção de H^+ e K^+ envolve mudanças do Na^+ na borda luminal das células tubulares e a secreção de H^+ competirá com o K^+ na troca pelo Na^+ . O aumento da secreção de H^+ deprimirá a secreção de K^+ e vice versa, do mesmo modo, um apreciável aumento na reabsorção de Na^+ facilitará a excreção de K^+ . O nível de ingestão de Na^+ na dieta, a $[Na^+]$ plasmática e a carga de Na^+ filtrado podem influenciar as taxas de excreção de K^+ (SWENSON e REECE, 1993). Neste caso, excesso de K^+ na dieta fará com que ocorra aumento da eliminação deste K^+ e diminuição na eliminação de H^+ e esta é uma resposta à alcalose metabólica. Como ocorre com outros eletrólitos, o equilíbrio de K^+ é atingido igualando-se a quantidade ingerida através dos alimentos com a quantidade excretada. Quando a aldosterona aumenta, a urina elimina maior quantidade de K^+ e o nível de K^+ no sangue pode diminuir, outro mecanismo regulador baseia-se na permuta com o Na^+ nos túbulos renais, a retenção de Na^+ é acompanhada pela eliminação de K^+ (SWENSON e REECE, 1993; ÉVORA et al., 1999).

Atualmente, a importância do Na^+ na manutenção das funções vitais normais é bastante conhecida, o sódio é o principal cátion presente nos fluidos extracelulares, atuando essencialmente no equilíbrio ácido-básico, na pressão osmótica corporal, na atividade elétrica das células nervosas e do músculo cardíaco, na permeabilidade celular e na absorção dos monossacarídeos e aminoácidos (GUYTON, 1985; ÉVORA et al., 1999). Por ser o principal cátion do líquido extracelular e estar obrigatoriamente acompanhado de um número igual dos ânions cloro e bicarbonato, o sódio é o principal responsável pela osmolaridade dos líquidos. Dentre os principais mecanismos utilizados para o controle de sódio corporal tem-se o sistema renina-angiotensina, o hormônio ADH e o mecanismo da sede. Quando há excesso de sódio na dieta, ocorre aumento na osmolaridade que estimula a liberação de ADH e proporciona a sede, a água ingerida, irá diluir o líquido extracelular e restaurará a $[Na^+]$ a níveis normais, porém, a água vai elevar o volume do líquido extracelular, promovendo inibição da secreção de aldosterona e um aumento na taxa de filtração glomerular, e o excesso de sódio e água serão excretados. No caso de deficiência de Na^+ no líquido extracelular, a taxa de filtração glomerular diminuirá e estimulará a liberação de aldosterona pelo córtex da supra-renal.

O ânion cloro (Cl⁻) é predominante no líquido extracelular; sua função principal é a manutenção do equilíbrio químico com os cátions presentes. Sabe-se que o excesso de sódio é excretado pelos rins, e o cloro (Cl⁻) normalmente o acompanha. O cloro participa ainda do efeito tampão do sangue em intercâmbio com o bicarbonato (SWENSON e REECE, 1993). Segundo MACARI et al., (1994), o aumento do Cl⁻ plasmático favorece a retenção de H⁺ e diminui a reabsorção de HCO₃⁻ pelos rins, sendo esta uma resposta à alcalose metabólica. O K⁺ e o Na⁺ são íons alcalogênicos e quando suas concentrações são aumentadas em relação à concentração do Cl⁻, o pH dos fluidos corporais aumenta, podendo caracterizar a alcalose metabólica. No entanto, o Cl⁻ é um íon acidogênico, sua alta concentração na dieta contribui para a diminuição do valor do balanço eletrolítico e neste caso, o pH pode diminuir estando abaixo do normal, podendo assim caracterizar uma acidose metabólica (MACARI et al., 1994; BORGES, 2001).

3.1 Calculando o balanço eletrolítico da dieta

MONGIN (1981) foi um dos primeiros a discutir a importância do balanço eletrolítico, estudando os fundamentos do balanço cátion-ânion para suínos e aves. Segundo o autor, o animal regula o balanço eletrolítico pela alteração da acidez líquida ingerida e excretada. Para manter o balanço eletrolítico, deve regular a ingestão e a excreção de ácidos. Nas situações em que o animal encontra em equilíbrio ácido-básico, sem excesso ou deficiência de ácido ou pode ser descrita a seguinte equação:

$$(\text{Cátions} - \text{Ânions})_{\text{ingeridos}} = (\text{Cátions} - \text{Ânions})_{\text{excretados}}$$

De acordo com MONGIN (1981), o resultado do poder ácido da ingestão de Na⁺ + K⁺ - Cl⁻, é igual à diferença de cátions e ânions excretados ((cátions) excretados), mais a produção de ácido endógeno (H⁺ endógeno), mais as bases em excesso (BEecf) ou reservas alcalinas. A ingestão ótima de eletrólitos, em termos de equilíbrio ácido-básico, pode minimizar a presença de BEecf, tendendo a zero. O requerimento ótimo do balanço foi definido em termos de mEq (Na⁺ + K⁺ - Cl⁻)/kg de ração em torno de 250 mEq/kg.

$$(\text{Cátions} - \text{Ânions})_{\text{ingeridos}} = (\text{Cátions} - \text{Ânions})_{\text{excretados}} + \text{H}^+_{\text{endógeno}} + \text{BEecf}$$

ou

$$(\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-)_{\text{ingeridos}} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-)_{\text{excretados}} + \text{H}^+_{\text{endógeno}} + \text{BEecf}$$

Todos os eletrólitos poderiam ser considerados nestas equações. A equação eletrolítica completa seria: $(\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) - (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^- + 2\text{PHPO}_4^-)$. No entanto, alguns destes íons não são considerados devido à importância secundária no equilíbrio ácido-básico, pois, é o potencial eletrolítico dos elementos que pode classificá-los em termos de importância no equilíbrio básico do organismo. Por exemplo, o K^+ , Na^+ e Cl^- têm maior potencial eletrolítico que Mg^{++} , S^- , P^{+5} e Ca^{++} , sendo que o potencial eletrolítico destes é maior que Mn^{++} , Zn^{++} , Cu^{++} , Se , Mo^{++} , Co^{++} e I^- . Estes elementos têm capacidade de funcionar como eletrólitos, mas estão presentes em pequenas quantidades nas rações e em baixas concentrações nos tecidos das aves o que, naturalmente, reduz seu impacto sobre o equilíbrio ácido-básico (BORGES, 2006).

Por esta razão, a expressão foi reduzida para: $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ (mEq/kg). Sabe-se que as concentrações plasmáticas destes íons, têm papel preponderante no equilíbrio ácido-básico por sua localização em relação às células e pela troca de fluídos pelas paredes celulares. Estes íons também apresentam estreita relação com mecanismos compensatórios que envolvem a mobilização de íons fundamentais no equilíbrio ácido-básico como HCO_3^- e H^+ a nível renal. Para o cálculo do balanço eletrolítico da dieta a partir dos valores percentuais dos eletrólitos é empregada a seguinte fórmula:

$\text{BE} = \text{mEq de Na}^+ + \text{mEq de K}^+ - \text{mEq de Cl}^-$, sendo o miliequivalente (mEq) calculado por:

$\frac{\% \text{ do eletrólito na dieta} \times 10000}{\text{peso atômico do eletrólito}}$
--

Considera-se como exemplo, uma formulação possuindo:

0,20 % de Na^+ ; 0,58% de K^+ e 0,18 de Cl^- .

$$0,20 \text{ Na} \times 10000/23 = 86 \text{ mEq Na}^+$$

$$0,58 \text{ K} \times 10000/39,1 = 148,4 \text{ mEq K}^+$$

$$0,18 \text{ Cl} \times 10000/35,5 = 50,7 \text{ mEq Cl}^-$$

Após, substitui os valores encontrados na fórmula, tem-se:

$$\text{BE} = 86 + 148,4 - 50,7 \rightarrow \text{BE} = 183,7 \text{ mEq/Kg de ração}$$

Com a utilização de dietas com menor nível de proteína bruta, torna-se necessário o conhecimento e correção dos valores de balanço eletrolítico das rações de modo a garantir a expressão do máximo potencial produtivo dos animais. Este

fato é particularmente importante uma vez que a redução da proteína bruta das formulações se dá pela diminuição do farelo de soja, um ingrediente responsável pelo fornecimento de potássio à formulação e, associado ao fato de que aminoácidos sintéticos são utilizados em sua forma ácida e que os ingredientes usualmente utilizados apresentam deficiência em sódio, onde as rações passam a ser acidogênicas.

A suplementação de sais nas rações ou na água dos animais, tem sido usada para aumentar a ingestão de íons específicos, corrigindo mudanças no equilíbrio ácido-básico (MACARI et al., 1994; BORGES et al., 2002). A suplementação é feita através da inclusão de compostos alcalinos para aumentar o valor do balanço eletrolítico ou inclusão de compostos ácidos para diminuir o valor do balanço eletrolítico, conforme a necessidade. Entre os compostos alcalinos destacam-se o bicarbonato de potássio (KHCO_3), carbonato de potássio (K_2CO_3) e o bicarbonato de sódio (NaHCO_3), e entre os compostos ácidos destacam-se o cloreto de potássio (KCl), cloreto de amônio (NH_4Cl) e o cloreto de cálcio (CaCl_2)

Muitas pesquisas demonstram que a correção do balanço eletrolítico através da adição de sais nas dietas é útil não só para melhorar o desempenho dos animais, mas também é um meio bastante utilizado para minimizar os efeitos do desbalanço de eletrólitos causado pelo estresse calórico (TEETER e SMITH, 1986; BORGES, 1997; BORGES, 2001).

4. PROTEÍNA E AMINOÁCIDOS

As proteínas são compostos orgânicos de alto peso molecular, encontradas em todas as células vivas e formadas por carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Segundo BACILA (2003), as proteínas desempenham um papel central nos sistemas biológicos e desempenham também funções estruturais, transporte, proteção, regulação do metabolismo, composição dos sistemas enzimáticos, efeito tampão, regulação da pressão osmótica e função energética.

O desempenho produtivo dos animais encontra-se diretamente dependente do suprimento de diversos nutrientes, dentre eles os aminoácidos, a simples carência de um desses nutrientes é suficiente para a queda do desempenho, essa deficiência pode não ser expressa numericamente na formulação de uma dieta, mas na disponibilidade real de aminoácidos para os animais. Os aminoácidos são unidades estruturais básicas das proteínas, toda molécula de aminoácido tem um grupo

carboxila ligado ao carbono alfa (COOH) e um grupo amina (NH₂) ligados a um átomo de carbono, nestes mesmos carbonos ficam ligados ainda um átomo de hidrogênio e um radical (R) específico para cada um dos aminoácidos, como mostra a Figura 1.

Os aminoácidos podem ser classificados como essenciais e não essenciais, os essenciais não são sintetizados em quantidades suficientes para atender as exigências dos animais e obrigatoriamente precisam estar presente na dieta sendo eles: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, valina, já os não essenciais são aqueles que são sintetizados em quantidades suficientes para atender as exigências dos animais, sendo eles: alanina, ácido aspártico, ácido glutâmico, asparagina, cistina, glicina, glutamina, prolina, serina, tirosina.

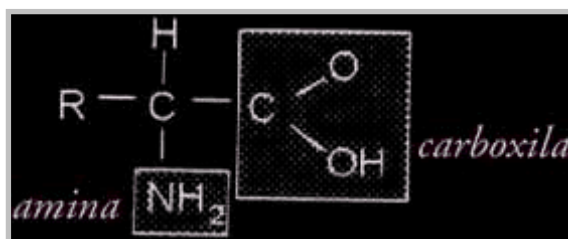


Figura 1: Molécula de aminoácido

Fonte: www.universitario.com.br/celo/topico/subtopicos/citologia/bioquimica/aminoacidos.html

À medida que a produção animal se torna mais eficiente, buscando uma melhor qualidade dos produtos, as exigências dos animais em aminoácidos se elevam, o melhoramento genético, associado à redução da conversão alimentar e aumento da produção de carne magra, assim como as melhorias de manejo, resultaram no aumento da densidade nutricional em aminoácidos.

Os aminoácidos sulfurados são de grande importância para aves, a metionina é o primeiro aminoácido limitante em rações para aves à base de milho e farelo de soja participando na síntese de proteína, como precursora da cisteína e doadora de radicias metil. A idade da ave e a proteína da ração podem influir na exigência de aminoácidos. ALBINO et al., (1999), verificaram que a exigência em proteína diminui com o avanço da idade e, com o incremento de proteína da ração, há aumento percentual da exigência de aminoácidos essenciais. Segundo os mesmos autores, as aves utilizam grandes quantidades de aminoácidos sulfurados durante o período de crescimento corporal e existem alguns casos em que as necessidades só podem ser atendidas com a suplementação de aminoácidos industriais na ração. A

formulação de dietas práticas para aves é um caso clássico, pois utilizando apenas alimentos convencionais, sem a suplementação de fontes de metionina sintética, não é possível atender às necessidades de metionina destes animais. Os aminoácidos sintéticos são utilizados cada vez mais para atender a lisina, metionina e treonina essenciais para aves. Por razões econômicas, pois uma ave que consome uma dieta balanceada terá uma melhor conversão alimentar, salvo interferências do meio e sanidade; e também por preocupações com a poluição por excesso de nitrogênio, lembrando que esta ave estará consumindo uma dieta balanceada, ou seja, o mais próximo possível de sua exigência, sem muito excesso ou deficiência (FISHER, 2000).

Muitos trabalhos comprovam a participação da metionina no desempenho e principalmente na deposição de proteína na carcaça. MORAN (1994) e CAREW et al., (2003), mostraram que uma dieta deficiente em metionina reduz o ganho de peso, a eficiência alimentar e o teor de proteína na carcaça, estimula o consumo, contribuindo com a energia adicional e, conseqüentemente, ocasionando acréscimo na deposição de gordura corporal. SCHEUERMANN et al., (1995), verificaram que os frangos, quando em condições de livre escolha, rejeitaram as dietas deficientes em metionina, o que evidencia que a ingestão deste aminoácido está sujeita ao controle fisiológico. Conforme SUMMERS e LEESON (1985), dietas levemente deficientes em metionina aumentam o consumo de ração, enquanto deficiências mais severas inibem o mesmo.

4.1 Metionina e seus análogos

De acordo com LEMME (2002), a metionina por ser o primeiro aminoácido limitante em dietas comerciais de frangos de corte, é comum a suplementação com DL-Metionina na forma de pó ou na forma líquida DL-2-hidróxi-4metil-tio-butanóico / HMTBA, a metionina hidróxi análoga. Como possuem os isômeros D e L, podem ser convertidas em L-metionina para serem utilizadas na síntese de proteína ou no metabolismo intermediário (ROMBOLA et al., 2008). Os primeiros trabalhos que comparam a metionina com seus hidróxi análogos datam da década de 50, ou seja, mais de 60 anos de pesquisa e inovação tanto na produção destes aminoácidos como nas técnicas laboratoriais e mesmo assim persistem dúvidas sobre a bioequivalência entre as diferentes substâncias. Em termos práticos, os nutricionistas utilizam a metionina ou seus análogos nas rações de aves, o que

define a utilização de uma ou outra é muito mais a questão econômica e a logística da fábrica e ração, do que as controvérsias de bioequivalência entre a metionina e seus análogos. A principal diferença entre a metionina e seus análogos é a ausência do radical amina (NH_2) conforme mostra a Figura 2, quando na forma líquida, o hidróxi análogo apresenta-se como um ácido (ácido 2-hidróxi-4-metilbutírico) e na posição amina, encontra-se uma hidroxila (OH), esta forma está citada no texto como metionina hidróxi análoga – HMTBA.

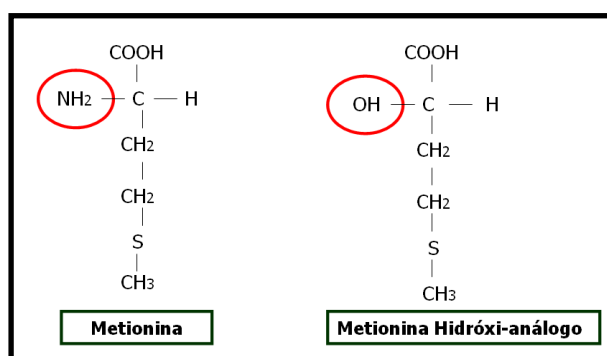


Figura 2: Estrutura da metionina e do hidróxi-análogo de metionina.

Fonte: <http://bifi.es/jsancho/estructuramacromoleculas/2aminoacidos/2aminoacidos.html>

Os aminoácidos então possuem duas formas, destrógiro e levógiro, que são isômeros ópticos, ou seja, desviam o plano de luz para lados opostos. Dentre os estereoisômeros existem aqueles que se apresentam como imagem espaciares um do outro sem sobreposição, ou seja, moléculas que são imagens no espelho uma da outra, a estes chamamos enantiômeros. Os enantiômeros podem ser destrógiro (D), quando o desvio do carbono assimétrico se encontra deslocado à direita ou levógiro (L), quando o desvio do carbono assimétrico se encontra deslocado à esquerda, como mostra a figura a seguir (Figura3).

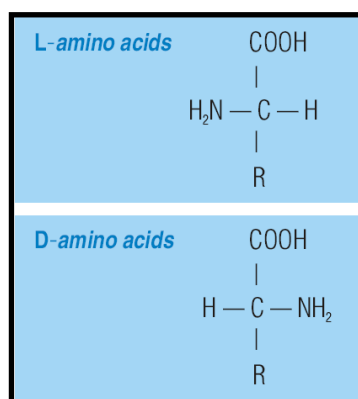


Figura 3: D e L aminoácido

Fonte: www.universitario.com.br/celo/topico/subtopicos/citologia/bioquimica/aminoacidos.html

Os aminoácidos então podem existir como isômeros D ou L, ou a mistura dos dois. A forma D é biologicamente inativa, enquanto a forma L é mais comumente encontrada nos tecidos e na forma ativa.

Os aminoácidos que fazem parte das proteínas pertencem a série L, assim, quando ocorrer absorção de aminoácido da série D, esses deverão ser convertidos para série L. Essa reação envolve a conversão de um aminoácido para um cetoácido por ação de uma enzima denominada D-aminoácido oxidase ao nível do fígado e do rim, seguido por uma reação de transformação, os D-aminoácidos que são absorvidos mais rapidamente que os L-isômeros. Além disso, a ação do aminoácido oxidase difere dos aminoácidos D e L, em geral, o valor nutricional dos D e L-isômeros aminoácidos são semelhantes para metionina, fenilalanina, leucina e prolina.

A molécula do aminoácido metionina possui um carbono alfa assimétrico, ou seja, apresenta quatro ligantes diferentes (Figura 4), o que faz com que a luz polarizada migre para a esquerda ou para a direita, na presença de cada um dos isômeros. Esta característica é importante pois as aves só utilizam o isômero L da metionina na síntese protéica. Assim, a D-metionina deve ser transformada de tal maneira que o produto final seja uma L-metionina, sendo importante salientar que a mistura racêmica de D e L (50% D e 50% L) ocorre sempre que há síntese de metionina ou de seus análogos.

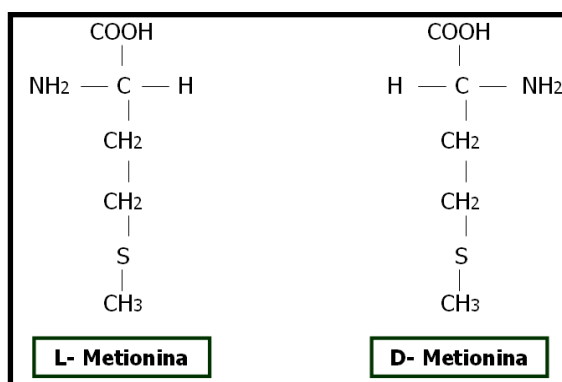


Figura 4: Isômeros de metionina

Fonte: <http://bifi.es/jsancho/estructuramacromoleculas/2aminoacidos/2aminoacidos.html>

Os isômeros L e D da metionina sempre irão se apresentar na forma de monômeros, ou seja, a forma em que estas moléculas são absorvidas sem precisar

de nenhuma outra transformação com exceção da transformação da forma D para L (LESSON e SUMMERS, 2001).

4.2 Metabolismo das fontes de metionina

Os nutrientes presentes no lúmen intestinal devem ser absorvidos pelas células e tecidos animais. Tal absorção de nutrientes tem como barreira natural a membrana das células epiteliais, essas membranas contem lipídios, o que faz com que nutrientes solúveis em água e molécula polares que se ionizam no pH fisiológico, necessitem de um sistema de transporte.

As rotas metabólicas da metionina e de seus análogos são diferentes. O fígado é o principal local de metabolismo da metionina (WANG et al., 2001). É no fígado que ocorre também a maior parte da conversão de HMTBA e D-metionina para a forma bioquimicamente ativa a L-metionina conforme Figura 5 (DIBNER e KNIGHT, 1984; DIBNER e IVEY, 1992). A L-metionina e a D-metionina são absorvidas de maneira ativa, o que permite que sejam transportadas contra um gradiente de concentração. Já a HMTBA é absorvida de forma passiva, por difusão, o que requer a passagem de um meio com maior concentração da substância para um meio menos concentrado (DIBNER e KNIGHT, 1984 e PENZ JR, 1994).

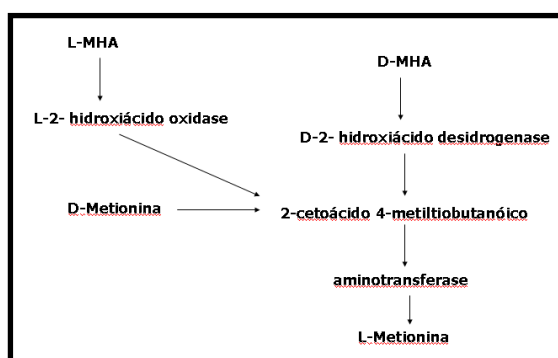


Figura 5: Rotas de transformação de D-metionina e dos L e D dos hidróxi-análogos de metionina

Fonte: <http://bifi.es/jsancho/estructuramacromoleculas/2aminoacidos/2aminoacidos.html>

Uma vez absorvida, a HMTBA ou o isômero D da DL-metionina, devem ser convertidas em L-metionina para serem incorporadas em proteínas nos tecidos do animal ou utilizados no metabolismo intermediário (BARBI et al., 2004). Estudos sobre a absorção das fontes de metionina em frangos de corte mostraram que a DL-

metionina é rapidamente absorvida na parte inicial do intestino delgado e desprezível na parte final, para a HMTBA, a absorção é mais lenta e menos eficiente por todo trato digestório.

Na HMTBA ambos os isômeros D e L são convertidos em L-Met, enquanto que a DL-Met apenas o isômero D deve ser convertido. Segundo BARBI et al., (2004), a conversão da L-HMTBA e da D-Met em L-Met são similares, envolve enzimas oxidase localizada nos peroxissomos. A conversão do isômero D-Met é feita por uma enzima presente na mitocôndria das células animais.

4.3 Bioequivalência entre os isômeros de metionina e de seus hidróxi-análogos

A bioeficácia das fontes de metionina tem causado controvérsias entre os pesquisadores. De acordo com PENZ JR (1994), existem vários fatores que dificultam o entendimento da bioequivalência da DL-metionina e HMTBA, pois as atividades metabólicas não ocorrem de forma sistematicamente iguais e tem suas rotas alternadas por múltiplos fatores que interferem também de forma não sistemática.

Talvez este seja o assunto de maior discussão quando falamos de metionina hidróxi-análogo. Com o aparecimento do mesmo, os custos para adição de metionina nas dietas diminuíram, mas existem controvérsias quanto a bioequivalência desses análogos, que estão sendo utilizados pelos nutricionistas nas suas formulações, variando desde 65% a 100% tanto na bioequivalência, como na consideração ou não da equimolaridade. O que evidencia a falta de critérios para substituição da DL-metionina pelos análogos.

Estudos com várias espécies animais tem sido conduzidos para estabelecer a biodisponibilidade da HMTBA, entretanto há muitas variações nos resultados (LEMME, 2001). No caso dos isômeros de metionina, GRAU e ALMQUIST (1943) mostraram que a DL-metionina é equivalente a L-metionina para o crescimento de frangos, porém GORD e SIZER (1955) demonstraram que a D-metionina é menos eficiente no desenvolvimento de frango do que a L-metionina. Conforme BOEBEL e BAKER (1982), não seria apenas a composição da dieta basal que influenciaria a eficiência da utilização da HMTBA, mas as diferenças nos níveis da metionina dietética e o total dos aminoácidos sulfurados contidos na dieta basal. Eles enfatizam que, em dietas a base de milho e farelo de soja, nas quais proteínas intactas suprem a maioria das necessidades das aves em aminoácidos sulfurados,

pequena quantidade da metionina suplementar seria necessária e, desta forma, as diferenças entre as fontes de metionina seriam pouco evidenciadas. COSTA e BASTIANI (1997), avaliando duas fontes de metionina a dois níveis de adição no desempenho de frangos de corte no período de 1 a 49 dias de idade, observou que tanto a DL-metionina quanto HMTBA em base equimolar, podem ser usadas como doadoras do aminoácido metionina, proporcionando um bom desempenho. VISCENTINI et al., (2005), trabalhando com níveis de substituição da DL-metionina pela metionina hidróxi análoga em base equimolar, em dietas de frango de corte, concluiu que a DL-metionina e a HMTBA suplementadas em base equimolar, não modificam o desempenho zootécnico de frangos no período de 1 a 44 dias de idade.

REFERÊNCIAS

- ALBINO, L.F.T.; SILVA, S.H.M.; VARGAS JUNIOR, J.G.; ROSTAGNO, H.S.; ALMEIDA E SILVA, M. Níveis de Metionina + Cistina para Frangos de Corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.519-525, 1999.
- BACILA, M. **Bioquímica veterinária**, ed.3, São Paulo: ed. Robe, 2003.
- BAKER, D.H. Utilization of Precursors for L-Amino Acids. In: Amino Acids. In: **Farm Animal Nutrition**. Edited by J.P.F. D'Mello. 1994.
- BARBI, J.H.T.; DIBNER, J.; PEAK, S. Mais que uma fonte de metionina. **Revista Aveworld**, ago/set, 2004.
- BOEBEL, K.P.; BAKER, D.H. Efficacy of the calcium salt and free acid forms of methionine hydroxy analog for chicks. **Poultry Science**, v.61, p.1167-1175, 1982.
- BORGES, S.A. Aplicação do conceito de balanço eletrolítico para aves. In: Conferência Apinco e Ciências e Tecnologia Avícolas, Santos. **Anais...** Campinas: Facta, p.123-137, 2006.
- BORGES, S.A. Balanço eletrolítico e sua interrelação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico. Jaboticabal, 2001. 97p. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, 2001.
- BORGES, S. A. Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte durante o verão. Jaboticabal, 96p. 1997. **Tese (Mestrado em Zootecnia)** - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, 1997.
- BORGES, S.A.; LAURENTIZ, A.C.; ARAÚJO, L.F.; ARAÚJO, C.S.S.; MAIORKA, A.; ARIKI, J. Efeito da proteína bruta e de diferentes balanços eletrolíticos das dietas sobre o desempenho de frangos no período inicial. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.2, p. 155-161, 2002.
- BUTCHER, G.D.; MILES JR., R.D. Origin of acids in animals. **Poultry Digest**. v.53, n.1, 1994.
- CAREW, L.B.; MCMURTRY, J.P.; ALSTER, F.A. Effects of methionine deficiencies on plasma levels of thyroid hormones, insulin-like growth factors I and -II, liver and body weights, and feed intake in growing chickens. **Poultry Science**, v.82, p.1932-1938, 2003.
- COSTA, P.T.C. e BASTIANE, M.F. Avaliação de duas fontes de metionina a dois níveis de adição no desempenho de frangos de corte (1-49 dias). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.3, p.485-489, 1997.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. Ed. Guanabara & Koogan, 454 p, 1992.

DALL´STELLA, R. Balanço eletrolítico e relações aminoácidos sulfurados e lisina digestíveis para frangos de corte (**Dissertação – Mestrado em Zootecnia**). Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná, 2008.

DIBNER, J.J.; IVEY, F.J. Capacity of the liver of the broiler chick for conversion of supplemental methionine activity to L-methionine. **Poultry Science**, v.71, p.700-708, 1992.

DIBNER, J.J.; KNIGHT, C.D. Conversion of 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid to L-methionine in the chick: a stereo-specific pathway. **Journal of Nutrition**, v.114, p.1716-1723, 1984.

ÉVORA, P.R.B.; REIS, C.L.; FERREZ, M.A.; CONTE, D.A.; GARCIA, L.V. Distúrbios do equilíbrio hidroeletrólítico e do equilíbrio ácido-básico. **Medicina**, Ribeirão Preto, v.32, p.451-469, 1999.

FISHER, C. Advances in feed evaluation for poultry. In: Moughan, P.J., Verstegen, M.W.A. & Visser-Reyneveld, M.I (Ed.). **Feed evaluation, principles and practice**. Wageningen: Veenman drukkers, 2000. p. 243-268.

GORD, R.S.; SIZER, I.W. The biological equivalence of methionine hydroxyl analogue. **Poultry Science**, v.34; p.1198; 1955.

GRAU, C.R.; ALMQUIST, H.J. **Journal Nutrition**, v.26, p.631, 1943.

GUYTON, A.C. **Tratado de Fisiologia Médica**. Ed. Guanabara & Koogan, 8. ed., 864p, 1985.

LEESON, S. Nutrição e qualidade da carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Campinas:FACTA, 1995. p.111-118.

LESSON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. 2nd ed. Guelph: University Books, 1997. 350p.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4th ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. Ed. Sarvier, São Paulo, 839p, 1995.

LEMME, A.A. Relative effectiveness of methionine hydroxy analogue compared to DL-methionine in broiler chickens. **Poultry Science**, v.81; p. 838-845, 2002; MACARI, M., FURLAN, R. L., GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 246p. 1994.

LEMME, A.A. La efectividade biológica de la metionina hidroxi análoga es menor que la de DL-metionina-base fisiológica. **Amino News**, v.2, n.2, p.7-10, 2001.

MONGIN, P. Recent Advances in Dietary Cation-Anion Balance: Applications in Poultry. **Proceedings of Nutrition Society**, Cambridge, v. 40, p.285-294, 1981.

MONGIN, P., SAUVEUR, B. Interrelationships between mineral nutrition, acid-base balance, growth on cartilage abnormalities. **Proceeding of Poultry Science**, Edinburg, n° 12, p. 235-247, 1977.

MORAN, E. T. Response of broiler strains differing in body fat to inadequate methionine: live performance and processing yields. **Poultry Science**, Savoy, v.73, p. 1116-26, 1994.

PATIENCE, J.F. A Review on the Role of Acid-Base Balance in Amino Acid Nutrition. **Journal of Animal Science**, n.68, p.398-408. 1990.

PENZ Jr. A.M. Metionina e hidróxi nálogos (MHA) em nutrição de aves. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994, Campinas, **Anais...** Campinas: FACTA, p.85-94, 1994.

ROMBOLA, L. G.; FARIA, D. E.; DEPONTI, B. J.; SILVA, F. H. A.; FARIA FILHO, D. E.; JUNQUEIRA, O. M. Fontes de metionina em rações formuladas com base em aminoácidos totais ou digestíveis para frangas de reposição leves e semipesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.11, p.1990-1995, 2008.

SCHEUERMANN, G.N.; MAIER, J.C.; BELLAVER, C. F. Metionina e lisina no desenvolvimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.1, n° 2, 75-86, 1995.

SUMMERS, J.D., LEESON, S., Broiler carcass composition as affected by amino acid supplementation. **Canadian Journal of Animal Science**, v.65, p.717-723. 1985.

SWENSON, M.J.; REECE, W.O. Dukes – **Fisiologia dos Animais Domésticos**. Ed. Guanabara & Koogan, 11. ed., 856p, 1993.

TEETER, R.G., SMITH, M.O. High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance on their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride and potassium carbonate. **Poultry Science**, Champaign, v. 65, p. 1777-1781, 1986.

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

VERLANDER, J.W. Equilíbrio ácido-básico. In: CUNNINGHAM, J.G. **Tratando de fisiologia veterinária**. 3.ed. Guanabara Koogan. RJ. 2004. p.471-477.

VISCENTINI, P., LOPES, J., TOLEDO, G.S., COSTA, P.T., Níveis de substituição da DL-metionina pela medionina hidróxi análoga em base equimolar em dietas para frango de corte. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.35, nº 6, p.1400-1405, 2005.

WANG, S.; BOTTJE, W.G.; SONG, Z.; BEERS, K.; VAZQUES-ANON, M.; DIBNER, J.J. Uptake Of DL-2-hydroxy-4-methylthio-butanoic acid (DL-HMB) in the broiler liver in vivo. **Poultry Science**, v.80, p.1619-1624, 2001.

WEERDEN, E.J.; SCHUTTE, J.B. Comparison of DL-methionine, DL-methionine-Na, DL-methionine hydroxy analogue-Ca, and DL-methionine hydroxyl analogue free acid with layers. **Poultry Science**, v.63; p.1793-1799, 1984.

CAPÍTULO II

EFEITO DAS FONTES DE METIONINA E DO BALANÇO ELETROLÍTICO SOBRE O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E RENDIMENTO DE CARÇA DE FRANGOS

RESUMO

Foram conduzidos os experimentos, com o intuito de avaliar o efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico utilizando duas fontes de metionina, sobre o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça, cortes comerciais e gordura abdominal de frangos com 42 dias de idade. Foram alojados 1472 frangos, machos, da linhagem comercial Cobb. O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo cada experimento composto de quatro tratamentos com oito repetições de 23 aves cada, manejados com água e ração *ad libitum* durante todo o período experimental. As dietas eram à base de milho e farelo de soja, formuladas de acordo com as exigências nutricionais recomendadas pela linhagem utilizada. No término do período experimental, aos 42 dias de idade, após jejum, as aves foram eutanaziadas para cálculo de rendimento de carcaça. Os resultados possibilitam concluir que deve-se corrigir o balanço eletrolítico na ração adotando diferentes estratégias de correção para diferentes fases da vida do animal.

Palavras-chave: ácido-base, cloro, desempenho zootécnico, potássio, sódio.

EFFECT OF METHIONINE SOURCES AND ELECTROLYTE BALANCE ON PERFORMANCE ZOOTECHNICAL AND YIELD OF BROILER CARCASS

ABSTRACT

Experiments were conducted in order to evaluate the effect of different electrolyte balance programs using two sources of methionine on the production performance, carcass yield, cuts commercials and abdominal fat of chickens with 42 days of age. 1472 broilers were housed, males, the commercial line Cobb. The design was completely randomized design, each experiment consisting of four treatments with eight replicates of 23 birds each, managed to water and food ad libitum throughout the experimental period. The diets were based on corn and soybean meal, formulated according to the nutritional requirements recommended by the strain used. At the close of the trial period to 42 days after fasting, the birds were euthanized for calculation of carcass yield. The results allow to conclude that one should correct the electrolyte balance in the ration correction adopting different strategies for different stages of the animal.

Keywords: acid-base, chlorine, live performande, potassium, sodium

1. INTRODUÇÃO

Diversos estudos têm sido realizados nos últimos anos para estimar o melhor nível de balanço eletrolítico para as diferentes fases de desenvolvimento das aves. Os íons essenciais à manutenção do equilíbrio ácido-base são: o sódio, potássio e cloro. Além das aves os exigirem em quantidades mínimas em sua alimentação, para satisfazer suas necessidades nutricionais, é importante que a proporção entre eles seja obedecida para obter o máximo desempenho, no entanto, para manter o equilíbrio ácido-base, a ave deve regular a ingestão e a excreção de ácidos e bases. MONGIN e SAUVEUR (1977) sugeriram uma equação simplificada para identificar a relação crítica destes eletrólitos para uso nas formulações de rações. Subtraindo-se a quantidade de ânions (Cl^-) da quantidade total de cátions (Na^+ e K^+) da dieta, encontra-se o valor do balanço eletrolítico, dado em mEq/kg. Pela adição de sais nas dietas, fontes de sódio, potássio ou cloro, pode-se adequar o balanço eletrolítico das mesmas conforme a necessidade da ave.

A metionina é o primeiro aminoácido limitante na nutrição de frangos de corte, sabe-se que o desempenho das aves melhora com o aumento da suplementação dietética dos aminoácidos, até que o potencial máximo do animal seja alcançado. Para a suplementação de metionina utiliza-se duas fontes sintéticas disponível no mercado, DL-metionina com concentração de 99% na forma de pó e a metionina hidróxi análoga em ácido livre; DL-2-hidroxi-4metil-til-butanoico ácido (HMTBA) com concentração de 88% na forma líquida. Um dos grandes questionamentos da nutrição avícola é sobre a utilização dos análogos da metionina e suas inter-relações com os conceitos de proteína ideal e balanço eletrolítico. O nosso grande desafio é correlacionar esses conceitos, empregando dietas comerciais utilizadas pela agroindústria brasileira, tendo em vista que quando incluímos as farinhas de origem animal nas rações estamos incluindo ingredientes que contribuem com grande quantidade de cloretos e retirando aquelas que contribuem com potássio. Embasado no exposto, o experimento teve objetivo verificar o efeito de diferentes fontes de metionina combinadas com diferentes estratégias de manipulação do equilíbrio eletrolítico da dieta sobre o desempenho zootécnico rendimento de carcaça, cortes comerciais e gordura abdominal das aves.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Animais e local do experimento

Os experimentos foram realizados na fazenda experimental da Universidade Federal do Paraná, no período de 23 de março a 04 de maio de 2010. Foram utilizados 1472 frangos, machos, da linhagem comercial Cobb, alojados do 1º ao 42º dia de idade. As aves estavam vacinadas contra Marek, Bouda Aviária e Gumboro. Foram ocupadas 64 unidades experimentais com dimensões de 1,5x1,5m, equipadas com campânulas elétricas, comedouros tipo tubulares e bebedouros pendulares. A ração e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. Os comedouros foram mexidos a fim de estimular o consumo pelas aves e os bebedouros foram lavados diariamente. O galpão experimental onde as aves foram criadas possuía temperatura controlada, mantida nos primeiros dias com auxílio das campânulas equipadas com lâmpada elétrica de 200W e, após o período inicial, as campânulas foram desligadas e o controle da temperatura nos boxes foi realizado pelo manejo das cortinas de acordo a necessidade das aves.

Os procedimentos seguidos com os animais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Paraná, setor de Ciências Agrárias sob o protocolo número 028/2009.

2.2 Delineamento experimental e dietas

As aves foram submetidas a um delineamento inteiramente ao acaso, distribuídos em 8 tratamentos, com oito repetições de 23 aves, divididos em dois experimentos, conforme Tabelas 1, 2, 3 e 4. Foi utilizado um programa de alimentação dividido em duas fases: inicial (1 a 21 dias) e crescimento (22 a 42 dias). As dietas experimentais (Tabelas 5 e 6) eram isonutritivas e isoenergéticas à base de milho e farelo de soja, formuladas para satisfazer as exigências nutricionais recomendadas pelo manual da linhagem utilizada, sendo considerada a equivalência do HMTBA de 83%. Para correção do balanço eletrolítico foi utilizado bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e carbonato de potássio (K_2CO_3). A composição em aminoácido do milho, farelo de soja e farinha de carne, foram analisadas, utilizando a técnica de espectroscopia no infravermelho próximo (NIR's – Near Infrared). Ao término do processo fabril das rações, amostras de cada tratamento foram coletadas e encaminhadas para análise a fim de conferir a composição bromatológica das dietas.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1: Experimento I fase inicial

TRATAMENTO	
T1	188mEq/kg + DL Metionina
T2	238mEq/kg ↑Na ↓Cl + DL Metionina
T3	238mEq/kg ↑K ↓Cl + DL Metionina
T4	238mEq/kg ↑Na ↓Cl + DL Metionina

Tabela 2: Experimento I fase crescimento

TRATAMENTO	
T1	150mEq/kg + DL Metionina
T2	200mEq/kg ↑Na ↓Cl + DL Metionina
T3	200mEq/kg ↑K ↓Cl + DL Metionina
T4	200mEq/kg ↑K ↓Cl + DL Metionina

Tabela 3: Experimento II fase inicial

TRATAMENTO	
T5	188mEq/kg + HMTBA
T6	238mEq/kg ↑Na ↓Cl + HMTBA
T7	238mEq/kg ↑K ↓Cl + HMTBA
T8	238mEq/kg ↑Na ↓Cl + HMTBA

Tabela 4: Experimento II fase crescimento

TRATAMENTO	
T5	150mEq/kg + HMTBA
T6	200mEq/kg ↑Na ↓Cl + HMTBA
T7	200mEq/kg ↑K ↓Cl + HMTBA
T8	200mEq/kg ↑K ↓Cl + HMTBA

Tabela 5: Composição das dietas experimentais fase inicial

INGREDIENTES	188	238	238	238	188	238	238	238
	mEq	mEq ↑Na ↓Cl	mEq ↑K ↓Cl	mEq ↑Na ↓Cl	mEq	mEq ↑Na ↓Cl	mEq ↑K ↓Cl	mEq ↑Na ↓Cl
	DL-METIONINA				METIONINA LÍQUIDA			
Milho	58,194	58,194	58,194	58,194	58,194	58,194	58,194	58,194
Farelo Soja	30,991	30,991	30,991	30,991	30,991	30,991	30,991	30,991
Farinha de Carne	6,171	6,171	6,171	6,171	6,171	6,171	6,171	6,171
Óleo vegetal	2,788	2,788	2,788	2,788	2,788	2,788	2,788	2,788
Calcário	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115
Carbonato K	0,000	0,000	0,105	0,000	0,000	0,000	0,105	0,000
Bicarbonato de sódio	0,000	0,405	0,285	0,405	0,000	0,405	0,285	0,405
Sal	0,314	0,120	0,103	0,120	0,314	0,120	0,103	0,120
Caolim	0,500	0,289	0,321	0,289	0,453	0,242	0,274	0,242
Treonina 98,5%	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
Lisina 78%	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
DL-Metionina 99%	0,239	0,239	0,239	0,239	0,000	0,000	0,000	0,000
Metionina líquida 83%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,286	0,286	0,286	0,286
Premix*	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
COMPOSIÇÃO CALCULADA								
Proteína %	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000
Gordura Bruta %	6,164	6,164	6,164	6,164	6,164	6,164	6,164	6,164
Fósforo Disponível %	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480
Sódio %	0,170	0,209	0,170	0,209	0,170	0,209	0,170	0,209
Potássio%	0,816	0,816	0,873	0,816	0,816	0,816	0,873	0,816
Cloro %	0,307	0,191	0,181	0,191	0,307	0,191	0,181	0,191
mEq/kg_mEq/kg	188,00	238,00	238,00	238,00	188,00	238,00	238,00	238,00
Lisina Dig Aves %	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150
Metionina Dig Aves %	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550
Met + Cist. Dig. Aves %	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851
Relação m+c:lis dig. Aves	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740
Treonina Dig. Aves %	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748
Relação ter:lis dig. Aves	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
Arginina Dig. Aves %	1,373	1,373	1,373	1,373	1,373	1,373	1,373	1,373
Leucina Dig. Aves %	1,690	1,690	1,690	1,690	1,690	1,690	1,690	1,690
Isoleucina Dig. Aves%	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815
Valina Dig. Aves %	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925
EM Aves_ Kcal/kg	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00
Ácido Linoleico-C18:2%	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936

*Suplementação por kg de ração inicial = ácido nicotínico: 6.000mg, ácido fólico: 14mg, ácido pantotênico: 1.078mg, biotina: 15mg, colina: 60.000mg, vitamina A: 3.200.000UI, vitamina B1: 198mg, vitamina B2: 960mg, vitamina B6: 396mg, vitamina B12: 400mcg, vitamina E: 2.000mr, vitamina D3: 640.000UI, vitamina K3: 636mg, cálcio: 95g, cobalto: 60mg, cobre: 1.200mg, iodo: 186mg, ferro: 5.150mg, manganês: 13.520 mg, zinco: 10.080mg, selênio: 58mg.

Tabela 6: Composição das dietas experimentais fase crescimento

INGREDIENTES	150	200	200	200	150	200	200	200
	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq
		↑Na ↓Cl	↑K ↓Cl	↑K ↓Cl		↑Na ↓Cl	↑K ↓Cl	↑K ↓Cl
	DL-METIONINA				METIONINA LÍQUIDA			
Milho	65,004	65,004	65,004	65,004	65,004	65,004	65,004	65,004
Farelo Soja	23,669	23,669	23,669	23,669	23,669	23,669	23,669	23,669
Farinha de Carne	5,471	5,471	5,471	5,471	5,471	5,471	5,471	5,471
Óleo vegetal	3,886	3,886	3,886	3,886	3,886	3,886	3,886	3,886
Calcário	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161
Carbonato K	0,000	0,000	0,110	0,110	0,000	0,000	0,110	0,110
Bicarbonato de sódio	0,000	0,405	0,275	0,275	0,000	0,405	0,275	0,275
Sal	0,327	0,120	0,120	0,120	0,327	0,120	0,120	0,120
Caolim	0,400	0,202	0,222	0,222	0,354	0,156	0,154	0,154
Treonina 98,5%	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072
Lisina 78%	0,273	0,273	0,273	0,273	0,273	0,273	0,273	0,273
DL-Metionina 99%	0,237	0,237	0,237	0,237	0,000	0,000	0,000	0,000
Metionina líquida 83%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,283	0,283	0,283	0,283
Premix*	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
COMPOSIÇÃO CALCULADA								
Proteína %	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000
Gordura Bruta %	7,300	7,300	7,300	7,300	7,300	7,300	7,300	7,300
Fósforo Disponível %	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660
Sódio %	0,170	0,205	0,170	0,170	0,170	0,205	0,170	0,170
Potássio%	0,693	0,693	0,753	0,753	0,693	0,693	0,753	0,753
Cloro %	0,332	0,208	0,208	0,208	0,332	0,208	0,208	0,208
mEq/kg_mEq/kg	150,00	200,00	200,00	200,00	150,00	200,00	200,00	200,00
Lisina Dig Aves %	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
Metionina Dig Aves %	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510
Met + Cist. Dig. Aves %	0,777	0,777	0,777	0,777	0,777	0,777	0,777	0,777
Relação m+c:lis dig. Aves	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740
Treonina Dig. Aves %	0,682	0,682	0,682	0,682	0,682	0,682	0,682	0,682
Relação ter:lis dig. Aves	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
Arginina Dig. Aves %	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145
Leucina Dig. Aves %	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494
Isoleucina Dig. Aves%	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684
Valina Dig. Aves %	0,794	0,794	0,794	0,794	0,794	0,794	0,794	0,794
EM Aves_ Kcal/kg	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00
Ácido Linoleico-C18:2%	3,583	3,583	3,583	3,583	3,583	3,583	3,583	3,583

Suplementação por kg de ração crescimento = ácido nicotínico: 6.000mg, ácido fólico: 100mg, ácido pantotênico: 1.000mg, biotina: 15mg, colina: 20.000mg, vitamina A: 3.200.000UI, vitamina B1: 180mg, vitamina B2: 960mg, vitamina B6: 380mg, vitamina B12: 400mcg, vitamina E: 2.000mg, vitamina D3: 640.000mg, vitamina K3: 636mg, cálcio: 95g, cobalto: 60mg, cobre: 1.200mg, iodo: 160mg, ferro: 15.150mg, manganês: 13.520mg, zinco: 10.080mg, selênio: 50mg.

2.3 PARÂMETROS AVALIADOS E COLETA DE DADOS

As condições ambientais mostraram os índices característicos da região durante o período experimental, não havendo ocorrência climática anormal que pudesse provocar alterações no desempenho das aves. Os dados de temperatura do ar foram registrados diariamente utilizando-se termômetro de máxima e mínima (Tabela 7).

Tabela 7: Temperatura do galpão durante experimento

Período	TEMPERATURA DO AR (°C)	
	Máx	Mín
1 a 7 dias	31	27
8 a14 dias	30	24
15 a21 dias	26	22
22 a28 dias	24	21
29 a35 dias	22	20
36 a42 dias	22	18

As pesagens dos animais e rações foram realizadas semanalmente, no 1º, 7º, 21º e 42º dia, para cada unidade experimental, para os cálculos dos parâmetros de desempenho, onde foram avaliados:

- Consumo médio de ração (CR): Definido pela relação do consumo de ração pelas aves da unidade experimental, obtido pela diferença entre a quantidade fornecida e a quantidade que sobrou na semana/ nº ponderado de aves existentes na unidade experimental.
- Ganho de peso médio (GP): Definido pela diferença das pesagens entre o 1 a 7, 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias de idade das aves, considerando-se o peso de todas as aves da unidade experimental/nº de aves da unidade experimental.
- Conversão alimentar (CA): Relação do consumo médio de ração/ ganho de peso médio das aves.

Ao término do período experimental, aos 42 dias de idade, após um período de jejum de 6 horas, foi eutanaziada por deslocamento cervical uma ave por repetição, para cálculo de rendimento de carcaça e partes. As aves eutanaziadas foram pesadas, depenadas, evisceradas e pesadas novamente para obtenção do peso de carcaça. Foram pesadas as carcaças sem pés e cabeça para então realizar os cortes de peito com osso, coxas, sobrecoxas e asas. As tarefas de cortes de partes e retirada da gordura abdominal foram realizadas pela mesma pessoa. Os dados foram planilhados e efetuado o cálculo dos rendimentos em relação ao peso da

carcaça eviscerada, sangrada e depenada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho dos frangos de corte de 1 a 7 dias de idade, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e fontes de metionina, podem ser observados na Tabela 8 e 9.

Tabela 8: Desempenho de frangos de corte com 1 a 7 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-metionina.

	Consumo ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão Alimentar
188 mEq (DL-Met)	168 ^a	142 ^a	1,183
238 mEq + ↑Na ↓Cl (DL-Met)	164 ^b	139 ^a	1,179
238 mEq + ↑K ↓Cl (DL-Met)	159 ^c	134 ^b	1,186
238 mEq + ↑Na ↓Cl (DL-Met)	165 ^b	142 ^a	1,161
Probabilidade	0,036	0,040	0,663
CV	3,44	4,18	3,89

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey (<0,05).
CV = Coeficiente de Variação.

Tabela 9: Desempenho de frangos de corte com 1 a 7 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA.

	Consumo ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão Alimentar
188 mEq (HMTBA)	165 ^a	144 ^a	1,145
238 mEq + ↑Na ↓Cl (HMTBA)	158 ^b	139 ^{ab}	1,136
238 mEq + ↑K ↓Cl (HMTBA)	157 ^b	135 ^b	1,162
238 mEq + ↑Na ↓Cl (HMTBA)	158 ^b	139 ^{ab}	1,136
Probabilidade	0,011	0,004	0,588
CV	3,15	3,05	3,16

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey (<0,05).
CV = Coeficiente de Variação

O uso de diferentes balanço eletrolítico associado com DL-metionina, afetaram o consumo de ração (P=0,036) e o ganho de peso (P=0,046) neste período. Da mesma maneira, houve diferença de consumo de ração (P=0,011) e ganho de peso (P=0,004), para aves que receberam HMTBA na dieta.

No experimento em que as aves consumiram HMTBA, apresentaram um menor consumo de ração, quando comparado com as aves que receberam DL-metionina. Este fato pode estar relacionado com o efeito ácido que a HMTBA possui, uma vez que o uso de acidificantes em aves tem como principal objetivo a ação

antimicrobiana, podendo assim ser uma alternativa com o objetivo de melhorar o desempenho zootécnico (NOY e SKLAN, 1995). BASTIANI et al., (1994), MEIRELLES et al., (2003), que também utilizaram as duas fontes de metionina (DL-Met e HMTBA) em dietas de frango de corte não encontraram diferença significativa para o ganho de peso.

Em estudo realizado por VIANNA (2006), foi observado um menor consumo de ração em aves alimentadas com ração contendo HMTBA, porém os resultados encontrados, não estão de acordo com ROSTAGNO E BARBOZA (1995), onde observou que aves que receberam dietas suplementadas com DL-metionina obtiveram um menor consumo de ração quando comparadas com as aves que receberam na ração HMTBA, no período de 1 a 7 dias. Já em relação ao balanço eletrolítico, as aves que consumiram a ração com um balanço de 238 mEq manipulando potássio apresentaram um menor consumo de ração e menor ganho de peso.

Observa-se com esses resultados, que ao adicionarmos potássio, temos como conseqüência efeitos negativos sobre consumo de ração e ganho de peso das aves. Quando há excesso de potássio, o organismo deixa de eliminar prótons (H^+) para eliminar potássio, o que levaria o organismo à alcalose, ocorrendo como resposta fisiológica, a inibição do consumo e conseqüentemente o menos ganho de peso (GRANNER, 1998). BORGES et al., (1999), trabalhando com alta suplementação de potássio em ração de frangos na fase pré inicial, pode observar uma resposta negativa ao consumo de ração e ao crescimento das aves, isso devido os níveis de potássio na ração terem ultrapassado a tolerância das aves.

Os resultados de desempenho dos frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e fontes de metionina, podem ser observados na Tabela 10 e 11.

Na fase inicial não houve resposta para balanço eletrolítico e fontes de metionina. Porém, BORGES et al., 2002, concluíram que o balanço eletrolítico causou um efeito benéfico no consumo de ração, ganho de peso e na conversão alimentar, quando este foi aumentado pela suplementação de sódio, indicando que esse íon estimula o consumo de alimento das aves nesse período.

Tabela 10: Desempenho de frangos de corte com 1 a 21 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-metionina.

	Consumo ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão Alimentar
188 mEq (DL-Met)	1230	925	1,329
238 mEq + ↑Na ↓Cl (DL-Met)	1229	938	1,310
238 mEq + ↑K ↓Cl (DL-Met)	1242	924	1,344
238 mEq + ↑Na ↓Cl (DL-Met)	1229	936	1,308
Probabilidade	0,386	0,783	0,405
CV	2,26	3,43	1,90

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey (<0,05).
CV = Coeficiente de Variação.

Tabela 11: Desempenho de frangos de corte com 1 a 21 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA.

	Consumo ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão Alimentar
188 mEq (HMTBA)	1249	938	1,331
238 mEq + ↑Na ↓Cl (HMTBA)	1231	932	1,320
238 mEq + ↑K ↓Cl (HMTBA)	1220	924	1,320
238 mEq + ↑Na ↓Cl (HMTBA)	1240	941	1,317
Probabilidade	0,2042	0,2659	0,8568
CV	2,55	1,95	2,01

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey (<0,05).
CV = Coeficiente de Variação

SANTOS et al., 2009, trabalhando com frangos, no período de 1 a 42 dias, alimentados com dietas contendo diformiato de potássio, concluíram que a adição de diformiato de potássio reduz o consumo de ração e o ganho de peso das aves, sem causar efeitos sobre a conversão. Onde essa resposta pode ser devido ao excesso de potássio

FRANÇA (2008), trabalhando com adição de fontes de potássio e sódio em ração de frangos o período inicial e crescimento, observou que ao adicionar fontes de potássio na ração de frangos, reduziu o consumo de ração e o ganho de peso. De acordo com KRAVIS e KARE (1960), doses elevadas de potássio são responsáveis por elevar o equilíbrio ácido-básico das dietas, por consequência, prejudica o desempenho zootécnico das aves, tornando assim o potássio um mineral tóxico.

Os resultados de desempenho apresentados nas Tabelas 12 e 13 demonstram que não houve diferença significativa para o desempenho no período de 22 a 42 dias. VIANA (2006), trabalhando com fontes de metionina, concluiu que animais que receberam DL-metionina tiveram um menor consumo de ração, melhor ganho de

peso e conversão alimentar. Porém, os resultados encontrados corroboram com os observados por BURESH e HERMS (1986) e BASTIANI et al., (1994), que utilizando as duas fontes de metionina em dietas de frango de corte, não encontraram diferenças significativas para ganho de peso.

Tabela 12: Desempenho de frangos de corte com 22 a 42 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-metionina.

	Consumo ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão Alimentar
150 mEq (DL-Met)	3568	2073	1,721
200 mEq + ↑Na ↓Cl (DL-Met)	3651	2139	1,706
200 mEq + ↑K ↓Cl (DL-Met)	3645	2125	1,715
200 mEq + ↑K ↓Cl (DL-Met)	3633	2124	1,710
Probabilidade	0,383	0,332	0,372
CV	2,91	4,14	2,86

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey (<0,05).
CV = Coeficiente de Variação.

Tabela 13: Desempenho de frangos de corte com 22 a 42 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA.

	Consumo ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão Alimentar
150 mEq (HMTBA)	3657	2084	1,754
200 mEq + ↑Na ↓Cl (HMTBA)	3703	2147	1,724
200 mEq + ↑K ↓Cl (HMTBA)	3662	2122	1,725
200 mEq + ↑K ↓Cl (HMTBA)	3651	2122	1,720
Probabilidade	0,635	0,425	0,271
CV	2,39	3,57	2,23

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey (<0,05).
CV = Coeficiente de Variação.

É importante a correção do balanço eletrolítico também nessa fase, e essa correção pode ser feita manipulando-se níveis de sódio ou potássio na ração, no entanto cuidados devem ser tomados com altos níveis de potássio durante as primeiras semanas de vida das aves. Pesquisas anteriores (BORGES et al., 2003) mostram respostas positivas para correção do balanço eletrolítico, manipulando-se o Na⁺ nas fases iniciais e Na⁺ e K⁺ nas fases de crescimento e abate. Os autores também recomendam que níveis alto de K⁺ e Cl⁻ devem ser evitados nas dietas iniciais e de crescimento respectivamente.

No período de 1-42 dias, observado nas tabelas 14 e 15, nota-se a mesma resposta do período de crescimento. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por VISCENTINI, et al. (2005), que trabalhando com níveis de substituição da DL-metionina pela HMTBA em dietas de frango, concluíram que na

fase final, houve uma tendência de queda no consumo quando a DL-metionina foi substituída pela HMTBA, sem apresentar diferença significativa.

Tabela 14: Desempenho de frangos de corte com 1 a 42 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e DL metionina.

	Consumo ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão Alimentar
150 mEq (DL-Met)	4798	3022	1,600
200 mEq + ↑Na ↓Cl (DL-Met)	4880	3077	1,585
200 mEq + ↑K ↓Cl (DL-Met)	4887	3049	1,602
200 mEq + ↑K ↓Cl (DL-Met)	4891	3060	1,588
Probabilidade	0,601	0,323	0,602
CV	2,94	3,24	2,19

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey (<0,05).
CV = Coeficiente de Variação.

Tabela 15: Desempenho de frangos de corte com 1 a 42 dias, recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA.

	Consumo ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão Alimentar
150 mEq (HMTBA)	4906	3023	1,622
200 mEq + ↑Na ↓Cl (HMTBA)	4934	3079	1,602
200 mEq + ↑K ↓Cl (HMTBA)	4882	3046	1,602
200 mEq + ↑K ↓Cl (HMTBA)	4909	3063	1,602
Probabilidade	0,953	0,651	0,323
CV	2,14	2,58	1,59

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey (<0,05).
CV = Coeficiente de Variação.

Estudos com várias espécies têm sido conduzidos para estabelecer a biodisponibilidade da HMTBA, porém existem grandes contradições entre os autores quanto a bioequivalência desses análogos, podendo variar desde 65% a 100% tanto na bioequivalência, como na consideração ou não da equimolaridade. No caso dos isômeros de metionina, GRAU e ALMQUIST (1943) mostraram que a DL-metionina é equivalente a L-metionina para o crescimento de frangos, porém GORD e SIZER (1955) demonstraram que a D-metionina é menos eficiente no desenvolvimento de frango do que a L-metionina. Conforme BOEBEL e BAKER (1982), não seria apenas a composição da dieta basal que influenciaria a eficiência da utilização da HMTBA, mas as diferenças nos níveis da metionina dietética e o total dos aminoácidos sulfurados contidos na dieta basal. Eles enfatizam que, em dietas a base de milho e farelo de soja, nas quais proteínas intactas suprem a maioria das necessidades das aves em aminoácidos sulfurados, pequena quantidade da metionina suplementar seria necessária e, desta forma, as diferenças entre as fontes de metionina seriam

pouco evidenciadas. COSTA e BASTIANI (1997), avaliando duas fontes de metionina a dois níveis de adição no desempenho de frangos de corte no período de 1 a 49 dias de idade, observou que tanto a DL-metionina quanto HMTBA em base equimolar, podem ser usadas como doadoras do aminoácido metionina, proporcionando um bom desempenho. VISCENTINI et al., (2005), trabalhando com níveis de substituição da DL-metionina pela metionina hidróxi-análoga em base equimolar, em dietas de frango de corte, concluiu que a DL-met e a HMTBA suplementadas em base equimolar, não modificam o desempenho zootécnico de frangos no período de 1 a 44 dias de idade.

Os resultados obtidos permitem inferir que deve-se corrigir o balanço eletrolítico na ração adotando diferentes estratégias de correção para diferentes fases da vida do animal. SILVA et al., (2009), trabalhando com o efeito de fontes de metionina e níveis de potássio sobre o desempenho de frangos, na fase de crescimento, concluíram que níveis altos de potássio estimularam o consumo de ração em aves que receberam HMTBA, esses mesmos autores recomendam evitar excesso de potássio nas formulações.

Poucos estudos são feitos para avaliar os efeitos das fontes de metionina sobre características de carcaça de frangos de corte, bem como sua correlação com outros conceitos. Os resultados de rendimento de carcaça, cortes comerciais e gordura abdominal podem ser observados nas Tabela 16 e 17.

Tabela 16: Rendimento de carcaça, corte e gordura abdominal de frangos com 42 dias recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-metionina.

	Carcaça	Asa	Coxa	Sobre-coxa	Peito	Gordura Abdominal
150 mEq (DL-Met)	77.317	10.229	14.187	18.275	35.788	2.648
200 mEq + ↑Na ↓Cl (DL-Met)	77.271	10.392	14.114	18.247	35.819	2.344
200 mEq + ↑K ↓Cl (DL-Met)	77.160	10.255	14.043	18.082	35.323	2.633
200 mEq + ↑K ↓Cl (DL-Met)	76.932	10.159	13.641	18.023	36.303	2.639
P(%)	0,964	0,826	0,411	0,971	0,737	0,701
CV	2,09	4,93	4,96	6,91	4,86	23,71

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey (<0,05).

CV = Coeficiente de Variação.

*Fase Inicial:

188mEq
238mEq ↑Na ↓Cl
238mEq ↑K ↓Cl
238mEq ↑Na ↓Cl

Tabela 17: Rendimento de carcaça, corte e gordura abdominal de frangos com 42 dias recebendo ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA.

	Carcaça	Asa	Coxa	Sobre-coxa	Peito	Gordura Abdominal
150 mEq (HMTBA)	76,996	10,336	14,476	18,056	35,131	2,389
200 mEq + ↑Na ↓Cl (HMTBA)	77,828	10,325	14,360	18,857	35,106	2,248
200 mEq + ↑K ↓Cl (HMTBA)	77,227	10,138	14,113	19,080	35,020	2,621
200 mEq + ↑K ↓Cl (HMTBA)	76,728	10,182	13,612	18,474	36,064	3,213
P(%)	0,883	0,811	0,315	0,299	0,559	0,255
CV	3,68	4,90	6,78	6,03	4,70	38,47

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey (<0,05).

CV = Coeficiente de Variação.

*Fase Inicial:

188mEq

238mEq ↑Na ↓Cl

238mEq ↑K ↓Cl

238mEq ↑Na ↓Cl

Relatos de MORAN Jr e ORR, (1970); BOUWKAMP et al., (1973), têm indicado que fatores como linhagem, peso vivo, sexo, idade e jejum antes do abate influenciam significativamente no rendimento de partes de carcaça de frangos de corte. Estudos mais recentes mostraram que alguns fatores como genética (BILGILI et al., 1992), e nutrição (HOLSHEIMER e VEERKAMP, 1992) atuam sobre o rendimento de partes de carcaça de frangos de corte. O rendimento de peito é maior à medida que se aumenta o peso vivo da ave (NEWELL, 1954), pois o rendimento de partes da carcaça está diretamente relacionado com o peso da carcaça (HUDSPETH et al., 1973).

Com a tendência do mercado na busca de alimentos de maior valor agregado e conveniente para os consumidores, os rendimentos de carcaças e de cortes fizeram aparecer no mercado as linhagens ditas linhagens de conformação. A comercialização de cortes desossados de aves vem aumentando bastante nos últimos anos, tanto no mercado interno como para exportação, com isso, o rendimento de cortes nobres, como peito e coxas, além de carcaças com menor quantidade de gordura passou ser crucial para a indústria, a fim de otimizar resultados. As empresas têm lançado mão de linhagens de alto rendimento e de programas de alimentação que maximizem o rendimento de carne de peito e de pernas. Além disso, normalmente os machos têm sido aproveitados para serem abatidos mais pesados a fim de serem destinados à desossa, enquanto as fêmeas são comercializadas na forma de carcaça inteira ou recortada. A metionina, é mais importante doador do radical metil no organismo, sendo exigida para a biossíntese de muitas substâncias importantes envolvidas no crescimento, como creatina,

carnitina, poliaminas, epinefrina, colina e melatonina (BAKER, 1991). Uma dieta deficiente em metionina reduz o ganho de peso, a eficiência alimentar e o teor de proteína na carcaça, além de estimular o consumo de ração, contribuindo com energia adicional e, conseqüentemente, ocasionando acréscimo na deposição de gordura corporal (SUMMERS et al., 1992; MORAN, 1994). Alguns autores têm evidenciado que níveis altos de metionina reduzem a quantidade de gordura abdominal (JENSEN et al., 1989; SCHUTTE e PACK, 1995; ALBINO et al., 1999) e aumentam o rendimento de carne do peito (HICKLING et al., 1990; GORMAN e BALNAVE, 1995)

De acordo com os dados obtidos, não houve diferença estatística com as aves que receberam ração com diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-metionina nem para aquelas que receberam em sua alimentação HMTBA como fonte de metionina. Estes resultados estão de acordo com WHITAKER (2002), onde trabalhando com níveis de metionina pó e líquida, não encontrou diferença entre rendimento de carcaça, corte e gordura abdominal. O mesmo ocorreu com VISCENTIN et al., (2005), trabalhando com níveis de substituição da DL-metionina pela HMTBA, quando não encontraram resultados significativos sobre rendimento de carcaça entre as fontes de metionina utilizadas.

Estudos também têm sido feitos para avaliar os efeitos da suplementação de sais de Na^+ e K^+ sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. Trabalhos conduzidos por SMITH e TEETER (1987), WHITING et al. (1991), SMITH (1994) relataram a suplementação destes sais não tem efeito sobre o rendimento de carcaça de frangos. BORGES (1997) suplementando bicarbonato de sódio e cloreto de potássio na ração de frangos de corte durante o verão, não encontrou diferença para o rendimento de carcaça.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que o balanço eletrolítico interfere no desempenho das aves, por isso deve-se corrigir o balanço eletrolítico na ração adotando diferentes estratégias de correção para diferentes fases da vida do animal. Cuidados devem ser tomados com níveis excessivo de potássio durante a primeira semana de vida das aves ao se formular uma ração. O HMTBA pode ser usado para frango de corte em todas as fases de criação em substituição a DL-metionina.

REFERÊNCIAS

ALBINO, L.F.T.; SILVA, S.H.M.; VARGAS JR., J.G. et al. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, p.519- 525, 1999.

BAKER, D.H. Partitioning of nutrients for growth and metabolic: functions. *Poultry Science*, v.70, p.1797-1805, 1991.

BASTIANI M.F.; COSTA, P.T.C.; RUBIN, M.A. et al. Avaliação de três fontes de metionina a dois níveis de adição no desempenho de frangos de corte. **In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS**, 1994, Santos. Anais... Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994. p.177-178.

BILGILI, S. F., MORAN Jr., E. T., ACAR, N. Strain-cross response of heavy male broilers to dietary lysine in finisher feed: liver performance and further processing yield. *Poultry Science*, Champaign, v. 71, p. 850-8, 1992.

BOEBEL, K.P.; BAKER, D.H. Efficacy of the calcium salt and free acid forms of methionine hydroxy analog for chicks. *Poultry Science*, v.61, p.1167-1175, 1982.

BORGES, S. A. Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte durante o verão. Jaboticabal, 96p. 1997. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, 1997.

BORGES, S.A.; ARIKI, J.; SANTIN, E.; FISCHER DA SILVA, A.V.; MAIORKA, A. Balanço eletrolítico em dieta pré-inicial de frangos de corte durante o verão. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.1, n.3, p.175-179, 1999.

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

BORGES, S.A.; LAURENTIZ, A.C.; ARAÚJO, L.F.; ARAÚJO, C.S.S.; MAIORKA, A.; ARIKI, J. Efeito da proteína bruta e de diferentes balanços eletrolíticos das dietas sobre o desempenho de frangos no período inicial. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.4, n.2, p. 155-161, 2002.

BOUWKAMP, E. L., BIGBEE, D. E., WABECK, C. J. Strain influences on broiler parts yield. *Poultry Science*, Champaign, v. 52, p. 1517-23, 1973.

BURESH, R.E.; HARMS, R.H. Comparison of DL-Methionine and Alimet ® whit broilers when full fedor restricted. *Nutrition Reports International*, v.33, n.3, p.449-457, 1986.

COSTA, P.T.C. e BASTIANE, M.F. Avaliação de duas fontes de metionina a dois níveis de adição no desempenho de frangos de corte (1-49 dias). *Ciência Rural*, Santa Maria, v.27, n.3, p.485-489, 1997.

FRANÇA, M.I. Uso do formiato de sódio e potássio em rações para frangos. 2008. **Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)** - Universidade Federal do Paraná. 2008.

GORMAN, I and BALNAVE, D. The effect of dietary lysine and methionine concentrations on the growth characteristics and breast meat yields of Australian broiler chickens. **Australian Journal of Agriculture Research** 1995; 46:1569-77.

GORD, R.S.; SIZER, I.W. The biological equivalence of methionine hydroxyl analogue. **Poultry Science**, v.34; p.1198; 1955.

GRANNER, K.D. Hormônios da córtex da adrenal. **In:HARPER, J.C.** (Ed.). Bioquímica. 8.ed. São Paulo: Atheneu,1998. p.707-709.

GRAU, C.R.; ALMQUIST,H.J. **Journal Nutrition**, v.26, p.631, 1943.

HICKLING D, GUENTER W, JACKSON ME. The effects of dietary methionine and lysine on broiler chicken performance and breast meat yield. **Canadian Journal of Animal Science** 1990; 70:673-68.

HOLSHEIMER, J. P., VEERKAMP, E. H. Effect of dietary energy, protein and lysine content on performance and yields of two strains of male broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 872-9, 1992.

HUDSPETH, J. P. et al. Weights of broilers parts as related to carcass weights and type of cut. **Journal Food Science**, Chicago, v. 38, p. 145-50, 1973.

JENSEN LS, WYATT CL, FRANCHER BI. Sulfur amino acid requirement of broiler chicks from 3 to 6 weeks of age. **Poultry Science** 1989; 68:163-68.

KRAVIS, E.M. and M.R. KARE, 1960. Changes with age in tissue levels of sodium and potassium in the fowl. **Poultry Science**, 39: 13-15.

MEIRELLES, H.T.; ALBUQUERQUE, R.; BORGATTI, L.M.O. et al. Performance of broilers fed with different levels of methionine hydroxy analogue and DL-methionine. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.5, p.69-74, 2003.

MONGIN, P., SAUVEUR, B. Interrelationships between mineral nutrition, acid-base balance, growth on cartilage abnormalities. **Proceeding of Poultry Science**, Edinburg, n° 12, p. 235-247, 1977.

MORAN, E. T. Response of broiler strains differing in body fat to inadequate methionine: live performance and processing yields. **Poultry Science**, Savoy, v.73, p. 1116-26,1994.

MORAN Jr., E. T., ORR, H. L. Influence of strain on the yield of commercial parts from the chicken broiler carcass. **Poultry Science**, Champaign, v. 29, p. 725-9, 1970.

NEWELL, G. W. Percentage yield of parts of cut-up broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 33, p. 1074, 1954.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v.74, p.366-373, 1995.

ROSTAGNO, H.S.; BARBOZA, W.A. Biological efficacy and absorption of DL-methionine hydroxy analogue free acid compared to DL-methionine in chickens as affected by heat stress. **British Poultry Science**, v.36, p.303-312, 1995.

SANTOS, A,S; MEURER, R,F,P; FRANÇA, M; MAIORKA,A; OLIVEIRA, E,G; FISCHER DA SILVA, A,V; BORGES, S,A. Desempenho de frangos de corte alimentados com, dietas contendo diformiato de potássio. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.39, nº 8, p.12491-2496, 2009.

SCHUTTE JB, PACK M. Sulfur amino acid requirement of broiler chicken from fourteen to thirty-eight days of age. 1. Performance and carcass yield. **Poultry Science**. 1995; 74(3):480-87.

SILVA, I,C,M; RUBIN,L,L; RABER,M; LECKNIESKI, L,F; KESSLER,A,M; RIBEIRO,A,M,L. Efeito de fontes de metionina e níveis de potássio do desempenho de frangos de corte submetidos a condições de verão brasileiro. **Portal da Avicultura na Internet**, 2009.

SMITH, M.O. Effects of electrolyte and lighting regimen on growth of heat-distressed broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p. 350-3, 1994.

SMITH, M. O., TEETER, R. G. Evaluation of sodium and potassium salts for heat stressed broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 66, p. 171-9, 1987.

SUMMERS,J,D; SPRATI,D; ATKINSON,J,L. Broiler weight gain and carcass composition when fed diets varying in amino acid balance, dietary energy and protein level. **Poultry Science** 1992; 71:263-73.

VIANA, M,T,S. Fontes e níveis de metionina em dietas para frango de corte. Viçosa. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Viçosa, 2006

VISCENTINI, P., LOPES, J., TOLEDO, G.S., COSTA, P.T., Níveis de substituição da DL-metionina pela metionina hidróxi análoga em base equimolar em dietas para frango de corte. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.35, nº 6, p.1400-1405, 2005.

WHITAKER, H,M,A; MENDES, A,A; VAROLLI, J,C; SALDANHA, E,P,B. Efeito da suplementação de metionina sobre o desempenho e avaliação de carcaças de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Agrícola**, v.04, 2002.

WHITING, T. S., ANDREWS, L. D., STAMPS, L. Effects of sodium bicarbonate and potassium chloride drinking water supplementation performance and exterior carcass quality of broilers grown under thermoneutral or cyclic heat-stress conditions. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, p. 53-9, 1991.

CAPÍTULO III

IMPACTO DAS FONTES DE METIONINA E BALANÇO ELETROLÍTICO SOBRE A FISIOLOGIA DO TRATO DIGESTÓRIO DE FRANGOS

RESUMO

Foram conduzidos os experimentos, com o intuito de avaliar o efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico utilizando duas fontes de metionina, sobre a morfometria do trato gastrointestinal e alometria dos órgãos digestíveis de frangos. Foram alojados 1472 frangos, machos, da linhagem comercial Cobb. O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo cada experimento composto de quatro tratamentos com oito repetições de 23 aves cada, manejados com água e ração *ad libitum* durante todo o período experimental. As dietas eram à base de milho e farelo de soja, formuladas de acordo com as exigências nutricionais recomendadas pela linhagem utilizada. Aos 18 dias de idade foram analisados os parâmetros de morfometria e alometria do trato digestório como: peso relativo do estômago, peso e comprimento relativo do intestino delgado, peso relativo do intestino grosso e fígado, altura de vilos e profundidade de cripta do duodeno, jejuno e íleo. Os resultados possibilitam concluir que para manipulação do balanço eletrolítico nas dietas iniciais não devemos adicionar potássio. E o HMTBA tem efeito benéfico sobre a morfometria intestinal, particularmente quando se corrige o balanço eletrolítico das dietas.

Palavras-chave: alometria, aves, morfometria intestinal, órgãos digestíveis, trato gastrointestinal.

IMPACT OF METHIONINE SOURCES AND ELECTROLYTE BALANCE ON THE DIGESTIVE PHYSIOLOGY OF THE TRACT OF BROILERS

ABSTRACT

Experiments were conducted in order to assess the effect of different electrolyte balance programs using two sources of methionine, on the morphology of the gastrointestinal tract digestible and allometry of the organs of chickens. 1472 broilers were housed, male, commercial line Cobb. The design was completely randomized, with each experiment consisting of four treatments with eight replications of 23 birds each, managed with water and food ad libitum during the experimental period. The diets were based on corn and soybean meal, formulated according to the nutritional requirements recommended by the strain used. After 18 days of age were analyzed for morphometry and allometry of the digestive tract as relative stomach weight, weight and relative length of the small intestine relative weight of large intestine and liver, villus height and crypt depth from duodenum, jejunum and ileum. These results enable us to conclude that manipulation of the electrolyte balance in starter diets should not add potassium. And HMTBA has beneficial effects on intestinal morphology, particularly when it corrects the electrolyte balance of the diets.

Keywords: allometry, birds, gastrointestinal tract, intestinal morphology, organ digestible,

1. INTRODUÇÃO

O trato digestório é o primeiro sítio de entrada para qualquer composto administrado oralmente, inclusive os ingredientes da dieta, ele é descrito como sendo um tubo oco e fibromuscular, que se estende do bico até a cloaca, revestido por um epitélio, que em algumas partes está especializado para secreção, digestão e absorção. A estrutura dos seus órgãos constitui-se basicamente por quatro túnicas, com características histológicas e funcionais distintas, denominadas da luz para a periferia do órgão, como: mucosa, submucosa, muscular e serosa (BOLELI et al., 2002). As funções dos órgãos desse sistema incluem digestão, absorção e proteção, sendo que a estrutura intestinal está bem adaptada à realização dessas funções (DIBNER et al., 1996). O epitélio intestinal atua como uma barreira natural contra organismos patogênicos e substâncias tóxicas que estão presentes no lúmen intestinal. Os patógenos e substâncias químicas podem causar distúrbios no epitélio intestinal alterando sua permeabilidade, modificando o metabolismo, a capacidade de digestão e absorção dos nutrientes (PODOLSKY, 1993; OLIVEIRA, 1998). A mucosa está envolvida no processo digestivo e representa extensa área de digestão e absorção de nutrientes (MAIORKA et al., 2000). A preservação da integridade morfológica da mucosa intestinal das aves favorece a absorção de nutrientes (NOY e SKLAN, 1995), portanto, a manutenção da integridade das células intestinais é de suma importância no crescimento e desenvolvimento das aves, pois está fortemente aliada ao desempenho e sanidade desses animais. O balanço eletrolítico da dieta representa a acidogenicidade e alcalinidade da mesma, e é quantificado por três principais íons: sódio (Na^+), potássio (K^+) e cloro (Cl^-). Subtraindo-se a quantidade de cloro da quantidade total do sódio e potássio, encontra-se o valor do balanço eletrolítico da dieta, dado em mEq/kg. A metionina é o primeiro aminoácido limitante na nutrição de frangos, sabe-se que o desempenho das aves melhora com o aumento da suplementação dietética dos aminoácidos, até que o potencial máximo do animal seja alcançado. Embasado no exposto, esse estudo teve como objetivo avaliar o efeito das fontes de metionina e balanço eletrolítico sobre a morfometria da mucosa intestinal e alometria dos órgãos digestivos de frangos com 18 dias de idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Animais e local do experimento

Os experimentos foram realizados na fazenda experimental da Universidade Federal do Paraná, no período de 23 de março a 04 de maio de 2010. Foram utilizados 1472 frangos, machos, da linhagem comercial Cobb, alojados do 1º ao 42º dia de idade. As aves estavam vacinadas contra Marek, Bouda Aviária e Gumboro. Foram ocupadas 64 unidades experimentais com dimensões de 1,5x1,5m, equipadas com campânulas elétricas, comedouros tipo tubulares e bebedouros pendulares. A ração e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. Os comedouros foram mexidos a fim de estimular o consumo pelas aves e os bebedouros foram lavados diariamente. O galpão experimental onde as aves foram criadas possuía temperatura controlada, mantida nos primeiros dias com auxílio das campânulas equipadas com lâmpada elétrica de 200W e, após o período inicial, as campânulas foram desligadas e o controle da temperatura nos boxes foi realizado pelo manejo das cortinas de acordo a necessidade das aves.

Os procedimentos seguidos com os animais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Paraná, setor de Ciências Agrárias sob o protocolo número 028/2009.

2.2 Delineamento experimental e dietas

As aves foram submetidas a um delineamento inteiramente ao acaso, distribuídos em 8 tratamentos, com oito repetições de 23 aves, divididos em dois experimentos, conforme Tabelas 1 e 2. Foi utilizado um programa de alimentação dividido em duas fases: inicial (1 a 21 dias) e crescimento (22 a 42 dias). As dietas experimentais (Tabelas 3) eram isonutritivas e isoenergéticas à base de milho e farelo de soja, formuladas para satisfazer as exigências nutricionais recomendadas pelo manual da linhagem utilizada, sendo considerada a equivalência do HMTBA de 83%. Para correção do balanço eletrolítico foi utilizado bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e carbonato de potássio (K_2CO_3). A composição em aminoácido do milho, farelo de soja e farinha de carne foram analisadas, utilizando a técnica de espectroscopia no infravermelho próximo (NIR's – Near Infrared). Ao término do processo fabril das rações, amostras de cada tratamento foram coletadas e encaminhadas para análise a fim de conferir a composição bromatológica das dietas.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1: Experimento I fase inicial

TRATAMENTO	
T1	188mEq/kg + DL Metionina
T2	238mEq/kg ↑Na ↓Cl + DL Metionina
T3	238mEq/kg ↑K ↓Cl + DL Metionina
T4	238mEq/kg ↑Na ↓Cl + DL Metionina

Tabela 2: Experimento II fase inicial

TRATAMENTO	
T5	188mEq/kg + HMTBA
T6	238mEq/kg ↑Na ↓Cl + HMTBA
T7	238mEq/kg ↑K ↓Cl + HMTBA
T8	238mEq/kg ↑Na ↓Cl + HMTBA

Tabela 3: Composição das dietas experimentais fase inicial

INGREDIENTES	188	238	238	238	188	238	238	238
	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq
		↑Na ↓Cl	↑K ↓Cl	↑Na ↓Cl		↑Na ↓Cl	↑K ↓Cl	↑Na ↓Cl
	DL-METIONINA				METIONINA LÍQUIDA			
Milho	58,194	58,194	58,194	58,194	58,194	58,194	58,194	58,194
Farelo Soja	30,991	30,991	30,991	30,991	30,991	30,991	30,991	30,991
Farinha de Carne	6,171	6,171	6,171	6,171	6,171	6,171	6,171	6,171
Óleo vegetal	2,788	2,788	2,788	2,788	2,788	2,788	2,788	2,788
Calcário	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115
Carbonato K	0,000	0,000	0,105	0,000	0,000	0,000	0,105	0,000
Bicarbonato de sódio	0,000	0,405	0,285	0,405	0,000	0,405	0,285	0,405
Sal	0,314	0,120	0,103	0,120	0,314	0,120	0,103	0,120
Caolim	0,500	0,289	0,321	0,289	0,453	0,242	0,274	0,242
Treonina 98,5%	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
Lisina 78%	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
DL-Metionina 99%	0,239	0,239	0,239	0,239	0,000	0,000	0,000	0,000
Metionina líquida 83%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,286	0,286	0,286	0,286
Premix*	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
COMPOSIÇÃO CALCULADA								
Proteína %	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000
Gordura Bruta %	6,164	6,164	6,164	6,164	6,164	6,164	6,164	6,164
Fósforo Disponível %	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480
Sódio %	0,170	0,209	0,170	0,209	0,170	0,209	0,170	0,209
Potássio%	0,816	0,816	0,873	0,816	0,816	0,816	0,873	0,816
Cloro %	0,307	0,191	0,181	0,191	0,307	0,191	0,181	0,191
mEq/kg_mEq/kg	188,00	238,00	238,00	238,00	188,00	238,00	238,00	238,00
Lisina Dig Aves %	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150
Metionina Dig Aves %	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550
Met + Cist. Dig. Aves %	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851
Relação m+c:lis dig. Aves	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740
Treonina Dig. Aves %	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748
Relação ter:lis dig. Aves	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
Arginina Dig. Aves %	1,373	1,373	1,373	1,373	1,373	1,373	1,373	1,373
Leucina Dig. Aves %	1,690	1,690	1,690	1,690	1,690	1,690	1,690	1,690
Isoleucina Dig. Aves%	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815
Valina Dig. Aves %	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925
EM Aves_ Kcal/kg	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00
Ácido Linoleico-C18:2%	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936

Suplementação por kg de ração inicial = ácido nicotínico: 6.000mg, ácido fólico: 14mg, ácido pantotênico: 1.078mg, biotina: 15mg, colina: 60.000mg, vitamina A: 3.200.000UI, vitamina B1: 198mg, vitamina B2: 960mg, vitamina B6: 396mg, vitamina B12: 400mcg, vitamina E: 2.000mr, vitamina D3: 640.000UI, vitamina K3: 636mg, cálcio: 95g, cobalto: 60mg, cobre: 1.200mg, iodo: 186mg, ferro: 5.150mg, manganês: 13.520 mg, zinco: 10.080mg, selênio: 58mg.

2.3 Parâmetros avaliados e coleta de dados

Para análise dos parâmetros de morfometria da mucosa intestinal dos animais, ao 18º dia de idade, cinco aves por tratamento foram retiradas aleatoriamente, em seguida pesadas e eutanasiadas por deslocamento cervical, após jejum de 8 horas para esvaziamento do trato gastrintestinal. Foram coletados e pesados estômago (proventrículo e moela), intestino delgado, intestino grosso e fígado. O comprimento do intestino delgado foi medido por fita métrica do início do duodeno até a junção íleo cecal. Os resultados dos parâmetros mensurados estão expressos em peso (g) e comprimento (cm) relativos ao peso corporal. De cada ave foi extraída amostra com aproximadamente 2 cm do duodeno, jejuno, íleo. As amostras de intestinos foram abertas longitudinalmente e, em seguida, lavadas com solução tampão fosfato (0,1 M, pH 7,4), presas pelas bordas em papel cartolina e fixadas em solução de ALFAC (ácido acético 5%; formoldeído 10%; álcool 85%) por 24 horas. Posteriormente, realizou-se a sua lavagem em álcool 50%, para retirada do excesso de fixador, sendo desidratadas em série de concentração crescente de álcoois (70%, 80%, 90% e 100%), diafanizadas em xilol, infiltradas e incluídas em parafina. Foram produzidos cortes histológicos com 5 µm de espessura e corados com ácido periódico Schiff (PAS). As variáveis mensuradas foram altura de vilos e profundidade de criptas. Foram medidos 30 vilos (medição realizada a partir da região basal do vilos até seu ápice) e 30 criptas (da sua base até a região de transição cripta:vilosidade) por repetição, totalizando 150 medidas de altura de vilos e 150 medidas de profundidade de cripta por tratamento. Foram executadas as análises dos vilos e criptas utilizando o sistema analisador de imagem (Motic Images Plus 2.0) acoplado ao microscópio (Olympus BH2 Olympus America INC., NY, USA). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas 4 e 5 estão apresentados os dados alométricos de órgãos digestíveis dos frangos, realizado aos 18 dias de idade. Os resultados demonstram que os programas de balanço eletrolítico e as fontes de metionina utilizadas nos experimentos, não influenciaram ($P > 0,05$) nenhum dos parâmetros avaliados.

Tabela 4: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-metionina sobre peso relativo do estômago (pró-ventrículo+moela), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), fígado e comprimento relativo (CR) do intestino delgado de frangos aos 18 dias de idade.

	Efeitos Principais				
	Peso Relativo (g/100g)				CR (cm/100g)
	Estômago	ID	IG	Fígado	ID
188 mEq (DL-Met)	4,185	4,25	0,794	2,846	19,172
238 mEq + ↑Na ↓Cl (DL-Met)	4,373	4,33	0,868	2,672	17,969
238 mEq + ↑K ↓Cl (DL-Met)	4,524	4,39	0,751	2,811	19,848
238 mEq + ↑Na ↓Cl (DL-Met)	4,313	4,37	0,842	2,638	18,244
Probabilidade (%)	0,704	0,941	0,108	0,358	0,201
CV %	10,48	8,47	9,23	7,76	7,81

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey (<0,05).
CV = Coeficiente de Variação

Tabela 5: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA sobre peso relativo do estômago (pró-ventrículo+moela), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), fígado e comprimento relativo (CR) do intestino delgado de frangos aos 18 dias de idade.

	Efeitos Principais				
	Peso Relativo (g/100g)				CR (cm/100g)
	Estômago	ID	IG	Fígado	ID
188 mEq (HMTBA)	4,217	4,043	0,956	2,586	19,810
238 mEq + ↑Na ↓Cl (HMTBA)	4,225	4,226	0,897	2,755	19,703
238 mEq + ↑K ↓Cl (HMTBA)	4,688	4,474	0,762	2,818	21,045
238 mEq + ↑Na ↓Cl (HMTBA)	4,376	4,280	0,928	2,783	19,470
Probabilidade (%)	0,420	0,472	0,275	0,570	0,623
CV %	11,29	9,95	18,24	10,11	10,18

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey (<0,05).
CV = Coeficiente de Variação

Não foram encontrados estudos que utilizassem fontes de metionina e balanço eletrolítico avaliando alometria de órgãos em frango de corte. BORGES et al., (2006), avaliando diferentes temperaturas e balanços eletrolíticos, observaram que o balanço eletrolítico não interferiu no comprimento do intestino delgado, bem como peso do fígado e estômago. O comprimento do intestino delgado mostrou-se ser maior e animais submetidos a estresse calórico, porém o peso do intestino delgado é maior em animais submetidos à termoneutralidade. Trabalhos mostram que aves recebendo balanço eletrolítico próximo a 240mEq/kg tem melhor ganho de peso e que balanços mais altos resultam em maior perda de água e eletrólitos via urinária (BORGES et al., 2003a; BORGES et al., 2003b) o que poderia interferir na morfologia intestinal.

Observando resultados do peso relativo do intestino grosso em ambos experimentos, nota-se que essas diferenças numéricas podem ser importantes, pois o desempenho desses animais que tiveram em sua ração um balanço eletrolítico de 238 mEq manipulando potássio, tiveram um efeito negativo sobre o consumo de ração e ganho de peso no período pré-inicial. Para que ocorra o bom desempenho dos animais é necessário que o sistema gastrointestinal apresente características estruturais que possibilitem a obtenção adequada dos nutrientes pelo organismo. A integridade dos mecanismos digestivos e absorptivos dos nutrientes no sistema digestório, ou seja, a integridade das células epiteliais da mucosa gastrointestinal é de vital relevância para o bom desempenho das aves (PLUSKE et al., 1997). O equilíbrio entre os processos de renovação celular e perda de células determina um *turnover* (síntese-migração-extrusão) constante, ou seja, a manutenção do tamanho dos vilos e, portanto, a manutenção da capacidade digestiva e de absorção intestinal. Quando o intestino responde a algum agente com um desequilíbrio no *turnover* a favor de um desses processos, ocorre uma modificação na altura dos vilos. Assim, se ocorrer aumento na taxa de mitose com ausência, diminuição ou manutenção da taxa de extrusão, deverá haver aumento no número de células e, conseqüentemente, aumento na altura dos vilos e até pregueamento da parede dos mesmos. Se o estímulo levar aumento na taxa de extrusão, havendo manutenção ou diminuição da taxa de proliferação, o intestino deverá responder com redução na altura de vilos e, então, com diminuição em sua capacidade de digestão e absorção. Assim, a redução na altura dos vilos ocorre devido à menor taxa de proliferação e/ou aumento na taxa de extrusão (PLUSKE et al., 1997).

É possível determinar o desenvolvimento da mucosa intestinal com a medição de altura de vilos e profundidade de criptas. Quanto maior o desenvolvimento de vilos e criptas, maior a superfície de absorção de nutrientes e melhor o desempenho das aves. DIBNER e RICHARDS (2004) observaram que a idade das aves exerce um impacto sobre a estrutura, função e dinâmica do sistema gastrointestinal. Grande quantidade de diferenciação e maturação celular acontece nos primeiros dias após a eclosão. As aves possuem ao longo do intestino delgado dobras microscópicas, denominadas vilosidades ou vilos, que proporcionam aumento na superfície interna do órgão e, logo, na área de digestão e absorção (VIEIRA e POPHAL, 2000). É importante considerar o fato de que parte da energia ingerida pelas aves é destinada para a manutenção da mucosa, e quanto maior a necessidade de reparo da mesma,

menor será a energia líquida de produção, sendo que a energia conservada pelo reduzido *turnover* de células no epitélio intestinal poderá ser utilizada para desenvolvimento de outros tecidos, permitindo ao animal o seu máximo desempenho zootécnico.

Alterações na taxa de absorção e aproveitamento dos nutrientes estão diretamente relacionados com a integridade do epitélio intestinal. Os danos à mucosa podem aumentar a exigência de manutenção significativamente, disponibilizando quantidades menores dos nutrientes necessários ao crescimento dos animais (DIBNER e RICHARDS, 2004). Segundo PLUSKE et al. (1997) quando o intestino responde a algum agente que cause um desequilíbrio no *turnover* a favor de algum desses processos, ocorre modificação na altura dos vilos. Nas Tabelas 6 e 7, estão apresentados os resultados obtidos para altura de vilos e profundidade de criptas do duodeno, jejuno e íleo.

Tabela 6: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-metionina sobre o comprimento dos vilos e profundidade de criptas do duodeno, jejuno e íleo de frangos aos 18 dias de idade.

	Efeitos Principais					
	Duodeno		Jejuno		Íleo	
	Vilos (µm)	Criptas (µm)	Vilos (µm)	Criptas (µm)	Vilos (µm)	Criptas (µm)
188 mEq (DL-Met)	1465 ^a	96 ^a	1019 ^b	67 ^a	829	57
238 mEq + ↑Na ↓Cl (DL-Met)	1511 ^a	74 ^b	1061 ^a	66 ^a	849	57
238 mEq + ↑K ↓Cl (DL-Met)	1398 ^b	71 ^b	1000 ^b	58 ^b	794	59
238 mEq + ↑Na ↓Cl (DL-Met)	1480 ^a	73 ^b	1078 ^a	65 ^a	827	57
Probabilidade	0,005	0,028	0,001	0,001	0,236	0,503
CV %	28,11	86,12	11,33	12,29	27,53	24,77

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey (<0,05).
CV = Coeficiente de Variação

Tabela 7: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA sobre o comprimento dos vilos e profundidade de criptas do duodeno, jejuno e íleo de frangos aos 18 dias de idade.

	Efeitos Principais					
	Duodeno		Jejuno		Íleo	
	Vilos (µm)	Criptas (µm)	Vilos (µm)	Criptas (µm)	Vilos (µm)	Criptas (µm)
188 mEq (HMTBA)	1533 ^b	71	981 ^b	61 ^b	773 ^b	60
238 mEq + ↑Na ↓Cl (HMTBA)	1576 ^a	72	1128 ^a	65 ^a	815 ^a	59
238 mEq + ↑K ↓Cl (HMTBA)	1520 ^b	65	940 ^b	60 ^b	751 ^b	58
238 mEq + ↑Na ↓Cl (HMTBA)	1580 ^a	73	1112 ^a	64 ^a	813 ^a	59
Probabilidade	0,048	0,295	0,018	0,001	0,001	0,276
CV %	16,45	46,96	55,86	13,39	12,03	14,92

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey (<0,05).
CV = Coeficiente de Variação

Observando os resultados obtidos na porção duodenal, no experimento I, ou seja, aves alimentadas com diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-metionina, nota-se que houve diferença significativa sobre altura de vilosidades ($P=0,005$) e profundidade de criptas ($P=0,028$), enquanto no experimento II, ou seja, aves alimentadas com diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA, houve apenas diferença sobre a altura de vilos ($P=0,048$). Pode-se observar em ambos experimentos que a correção do balanço eletrolítico manipulando potássio na fase inicial, piorou a altura da vilosidade e a profundidade de criptas, e a HMTBA aumenta a altura das vilosidades toda vez que corrigimos o balanço eletrolítico manipulando sódio. ZANELATO (2009), trabalhando com ácidos orgânicos como substituto de antibióticos promotores de crescimento para frango, concluiu que a utilização de ácidos orgânicos contribui positivamente no desenvolvimento da mucosa intestinal, promovendo um aumento na altura das vilosidades.

O duodeno, além de possuir maior altura de vilos, também tem a maior taxa de renovação da mucosa intestinal, esse rápido *turnover* duodenal, ou seja, equilíbrio entre a renovação e a perda celular, pode ser explicado pelo fato de ser essa uma das regiões mais importantes no processo digestivo das aves. O duodeno é também o primeiro segmento do intestino a receber estímulos físicos, químicos e hormonais desencadeados pela presença dos nutrientes no lúmen (MAIORKA et al., 2000). A presença de alimento no lúmen intestinal é o fator estimulante do crescimento de vilos e criptas. Em relação os resultados na porção do jejuno, pode ser observado que em ambos experimento houve resposta significativa tanto para profundidade de criptas e altura da vilosidade, sendo a maior altura de vilos encontrado quando fornecemos as aves ração com 238mEq manipulando níveis de sódio, o mesmo comportamento do duodeno permanece no jejuno, visto que a manipulação do potássio reduz o desenvolvimento dos vilos. BORGES et al., (1999), observaram que a alta suplementação de potássio em ração de frangos na fase pré inicial afeta negativamente o consumo de ração e o crescimento das aves, isso devido os níveis de potássio na ração terem ultrapassado a tolerância das aves. Por fim, verificando os resultados da porção ileal, nota-se resposta semelhantes ao duodeno e jejuno em ambos experimentos, no entanto, a diferença significativa deu-se sobre a altura de vilos nas aves que receberam metionina líquida na alimentação ($P=0,001$). Em um experimento realizado por MARCHIZELLI (2009), onde utilizou gluconato de sódio e fontes de metionina, não foi encontrado efeito significativo para altura de vilos e

profundidade de criptas, porém observou-se que o coeficiente de variação foram muito altos. Por outro lado, BORGES et al., (2006), trabalhando com diferentes temperaturas no ambiente e balanços eletrolíticos, observaram que o balanço eletrolítico não influencia a altura de vilos e a profundidade de criptas do duodeno e jejuno em frangos com 42 dias de idade, influenciando apenas sobre as vilosidades do íleo. O fator ambiente não exerceu influência sobre a altura das vilosidades, mas o estresse calórico proporcionou maior comprimento do intestino delgado.

Quanto maior o desenvolvimento de vilos e criptas, maior a superfície de absorção de nutrientes e melhor o desempenho das aves, os danos causados a mucosa podem aumentar a exigência de manutenção, disponibilizando quantidades menores dos nutrientes necessários ao crescimento dos animais (DIBNER e RICHARDS, 2004). A altura das vilosidades intestinais e da profundidade das criptas estão diretamente relacionada com a capacidade absorptiva dos animais e, por sua vez, o aumento na altura de vilosidades pode ocorrer devido à maior proliferação das células nas criptas. Provavelmente esses resultados estão relacionados com o fato de que a manipulação do potássio na fase inicial interfere na morfofisiologia intestinal, visto que esse resultado ficou expresso tanto no desempenho quanto na avaliação intestinal. E o HMTBA parece exercer um efeito acidificante sobre a mucosa intestinal das aves.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, podemos concluir que para a manipulação do balanço eletrolítico das dietas iniciais para frangos não devemos adicionar potássio às dietas. E, a HMTBA tem efeito benéfico sobre a morfometria intestinal, particularmente quando se corrige o balanço eletrolítico das dietas.

REFERÊNCIAS

BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura Funcional do Trato Digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ª Edição, Funep-Jaboticabal, p. 75-95, 2002.

BORGES, S.A.; ARIKI, J.; SANTIN, E.; FISCHER DA SILVA, A.V.; MAIORKA, A. Balanço eletrolítico em dieta préi-inicial de frangos de corte durante o verão. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.1, n.3, p.175-179, 1999.

BORGES, S.A.; FISCHER DA SILVA, A.V.; OPALINSKI, M.; DA ROCHA, C.; MAIORKA, A. Efeito da temperatura ambiente e do balanço eletrolítico da dieta (mEq/kg) sobre a morfologia e morfometria intestinal de frangos aos 42 dias de idade. In: 43 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de – SBZ, João Pessoa, Paraíba. Brasil. **Anais...**, 2006

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

BORGES, S.A.; FISCHER DA SILVA, A.V.; ARIKI, J.; HOOGE, D.M.; CUMMINGS, K.R. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient temperatures and relative humidities. **Poultry Science**, 82, p. 301-308, 2003b.

DIBNER, J.J.; ATWELL, C.A.; KITCHELL, M.L.; SHERMER, W.D.; IVEY, F.J. Feeding of oxidized fats to broilers and swine: effects on enterocyte turnover, hepatocyte proliferation and the gut associated lymphoid tissue. **Animal Feed Science Technology**, v.62, p. 1-13, 1996.

DIBNER, J.J.; RICHARDS, J.D. The Digestive System: Challenges and Opportunities. **Journal Applied Poultry Research**, v.13, p.86-93, 2004.

MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F.; SANTIN, E.; BORGES, S.A.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, p.487-490, 2000.

MARCHIZELLI, P.C.A. **Gluconato de sódio e fontes de metionina sobre o desempenho, morfometria intestinal e excreção de nitrogênio de poedeiras comerciais**. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho, 2009. Dissertação de Mestrado.

NOY, Y; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v.74, p.366-373, 1995.

OLIVEIRA, P.B. **Influência de fatores antinutricionais de alguns alimentos sobre o epitélio intestinal e o desempenho de frangos de corte**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1998. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, 1998.

PLUSKE, J.R., HAMPSON, D.J., WILLIAMS, I.H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig a review. **Livestock Production Science**, v. 51, p.215-236, 1997.

PODOLSKY DK. Regulation of intestinal epithelial proliferation: a few answers, many questions. **Animal Journal Physiologic**, v.264, p.G179-G186, 1993.

VIEIRA, S.L.; POPHAL, S. Nutrição pós-eclosão de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 2, p. 189-199, 2000.

VIOLA, E.S. **Uso de acidificantes em dietas de frango de corte**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tese de Doutorado – Produção Animal; 2006.

ZANELATO, E.A. **Utilização de ácidos orgânicos como substituto de antibióticos promotores de crescimento para frangos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2009. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

CAPÍTULO IV

EFEITO DAS FONTES DE METIONINA E DO BALANÇO ELETROLÍTICO SOBRE OS PARÂMETROS GASOMÉTRICOS E HEMATOLÓGICOS DE FRANGOS

RESUMO

Foram conduzidos os experimentos, com o intuito de avaliar o efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico utilizando duas fontes de metionina, sobre a morfometria do trato gastrintestinal e alometria dos órgãos digestíveis de frangos. Foram alojados 1472 frangos, machos, da linhagem comercial Cobb. O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo cada experimento composto de quatro tratamentos com oito repetições de 23 aves cada, manejados com água e ração *ad libitum* durante todo o período experimental. As dietas eram à base de milho e farelo de soja, formuladas de acordo com as exigências nutricionais recomendadas pela linhagem utilizada. No 21^o e no 38^o dias de idade, foi coletado amostra de sangue por punção da veia da asa (veia braquial) em 5 aves por tratamento para realização de análise gasométrica empregando-se analisador clínico portátil “i-STAT”. Os resultados possibilitaram concluir que de acordo com as condições experimentais nesse estudo os parâmetros gasométricos e hematológicos não foram afetados pelo balanço eletrolítico.

Palavras-chave: equilíbrio ácido-base, fontes de metionina, gasometria.

EFFECT OF METHIONINE SOURCES AND ON ELECTROLYTE BALANCE AND HEMATOLOGICAL GASOMETER PARAMETERS OF BROILERS

ABSTRACT

Experiments were conducted in order to evaluate the effect of different electrolyte balance programs using two sources of methionine, on the morphology of the gastrointestinal tract digestible and allometry of the organs of chickens. 1472 broilers were housed, males, the commercial line Cobb. The design was completely randomized design, each experiment consisting of four treatments with eight replicates of 23 birds each, managed to water and food ad libitum throughout the experimental period. The diets were based on corn and soybean meal, formulated according to the nutritional requirements recommended by the strain used. In the 21th and 38th days of age, blood sample was collected by puncturing the wing vein (brachial vein) with 5 birds per treatment for performing gas analysis employing portable clinical analyzer "i-STAT." The results showed that under the experimental conditions in this study, blood gas and hematological parameters were unaffected by electrolyte balance.

Keywords: acid-base balance, blood gas analysis, sources of methionine.

1. INTRODUÇÃO

O emprego da hematologia na avicultura representa uma ferramenta de grande utilidade para estabelecer um diagnóstico definitivo, permitindo orientar e aprofundar em diversas situações fisiopatológicas que afetam as aves (CHARLES, 2000). Três componentes permitem o diagnóstico do estado ácido-base do sangue: pH, $p\text{CO}_2$ e HCO_3^- . A gasometria consiste na análise dos gases do sangue arterial para determinar o nível do pH, do bicarbonato (HCO_3^-) e das pressões parciais do dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$). A regulação dos sistemas enzimáticos do organismo são influenciados pela concentração de íons de hidrogênio (H^+), para atingir a homeostasia deve existir um equilíbrio de íons de H^+ e a remoção final deste íon pelo organismo. A ocorrência de alterações na concentração de H^+ altera as funções celulares e orgânicas.

Em frangos, devido à ausência de glândulas sudoríparas, a perda de calor ocorre por meio da respiração ofegante, provocando intensa perda de dióxido de carbono (CO_2), assim, a pressão parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$) diminui, levando à queda da concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) e dos íons H^+ . De início, não ocorre alterações na concentração de bicarbonato no plasma, com a queda da $p\text{CO}_2$, mas reações tamponantes ocorrem imediatamente. A avaliação do equilíbrio ácido-base é feita pela determinação do pH, da $p\text{CO}_2$, do bicarbonato e da diferença de bases e outros que indiquem alterações no equilíbrio ácido-básico em amostras de sangue. A verificação do pH indica o estado do equilíbrio ácido base. Um pH baixo indica a existência de acidose, enquanto o pH alto indica alcalose. A verificação da $p\text{CO}_2$ demonstra o estado do componente respiratório do equilíbrio ácido-base. A $p\text{CO}_2$ em níveis altos no sangue, significa retenção de CO_2 no sangue e indica acidose de origem respiratória, por outro lado, se a $p\text{CO}_2$ está baixa, há excessiva eliminação de CO_2 do sangue e indica alcalose de origem respiratória. A verificação do bicarbonato demonstra o estado do componente metabólico do equilíbrio ácido-base. Se níveis de bicarbonato estiverem elevados, significa que há excesso de bases no sangue, indicando uma alcalose de origem metabólica, por outro lado, se os níveis de bicarbonato são baixos, significa que parte das bases foram consumidas e indica acidose de origem metabólica. A verificação da diferença de bases permite avaliar a severidade do distúrbio metabólico. Uma deficiência de bases indica a existência de acidose metabólica. Quanto maior o déficit de bases, tanto mais severa é a acidose. Um excesso de bases indica alcalose metabólica.

Quanto maior o excesso de bases, tanto mais severa é a alcalose. A diferença de bases representa o número de miliequivalentes de bases que faltam ou que excedem para que o pH do sangue seja normal.

O sistema sanguíneo é particularmente sensível às mudanças fisiológicas e se constitui em um importante indicador de respostas do metabolismo das aves a agentes agressores (BORGES, 2001). Embasado no exposto, o objetivo deste estudo, foi avaliar o efeito das fontes de metionina e balanço eletrolítico sobre parâmetros gasométricos e hematológicos de frangos com 21 e 38 dias de idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Animais e local do experimento

Os experimentos foram realizados na fazenda experimental da Universidade Federal do Paraná, no período de 23 de março a 04 de maio de 2010. Foram utilizados 1472 frangos, machos, da linhagem comercial Cobb, alojados do 1º ao 42º dia de idade. As aves estavam vacinadas contra Marek, Bouda Aviária e Gumboro. Foram ocupadas 64 unidades experimentais com dimensões de 1,5x1,5m, equipadas com campânulas elétricas, comedouros tipo tubulares e bebedouros pendulares. A ração e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. Os comedouros foram mexidos a fim de estimular o consumo pelas aves e os bebedouros foram lavados diariamente. O galpão experimental onde as aves foram criadas possuía temperatura controlada, mantida nos primeiros dias com auxílio das campânulas equipadas com lâmpada elétrica de 200W e, após o período inicial, as campânulas foram desligadas e o controle da temperatura nos boxes foi realizado pelo manejo das cortinas de acordo a necessidade das aves.

Os procedimentos seguidos com os animais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Paraná, setor de Ciências Agrárias sob o protocolo número 028/2009.

2.2 Delineamento experimental e dietas

As aves foram submetidas a um delineamento inteiramente ao acaso, distribuídos em 8 tratamentos, com oito repetições de 23 aves, divididos em dois experimentos, conforme Tabelas 1, 2, 3 e 4. Foi utilizado um programa de alimentação dividido em duas fases: inicial (1 a 21 dias) e crescimento (22 a 42

dias). As dietas experimentais (Tabelas 5 e 6) eram isonutritivas e isoenergéticas à base de milho e farelo de soja, formuladas para satisfazer as exigências nutricionais recomendadas pelo manual da linhagem utilizada, sendo considerada a equivalência do HMTBA de 83%. Para correção do balanço eletrolítico foi utilizado bicarbonato de sódio (NaHCO₃) e carbonato de potássio (K₂CO₃). A composição em aminoácido do milho, farelo de soja e farinha de carne, foram analisadas, utilizando a técnica de espectroscopia no infravermelho próximo (NIR's – Near Infrared). Ao término do processo fabril das rações, amostras de cada tratamento foram coletadas e encaminhadas para análise a fim de conferir a composição bromatológica das dietas. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1: Experimento I fase inicial

TRATAMENTO	
T1	188mEq/kg + DL Metionina
T2	238mEq/kg ↑Na ↓Cl + DL Metionina
T3	238mEq/kg ↑K ↓Cl + DL Metionina
T4	238mEq/kg ↑Na ↓Cl + DL Metionina

Tabela 2: Experimento I fase crescimento

TRATAMENTO	
T1	150mEq/kg + DL Metionina
T2	200mEq/kg ↑Na ↓Cl + DL Metionina
T3	200mEq/kg ↑K ↓Cl + DL Metionina
T4	200mEq/kg ↑K ↓Cl + DL Metionina

Tabela 3: Experimento II fase inicial

TRATAMENTO	
T5	188mEq/kg + HMTBA
T6	238mEq/kg ↑Na ↓Cl + HMTBA
T7	238mEq/kg ↑K ↓Cl + HMTBA
T8	238mEq/kg ↑Na ↓Cl + HMTBA

Tabela 4: Experimento II fase crescimento

TRATAMENTO	
T5	150mEq/kg + HMTBA
T6	200mEq/kg ↑Na ↓Cl + HMTBA
T7	200mEq/kg ↑K ↓Cl + HMTBA
T8	200mEq/kg ↑K ↓Cl + HMTBA

Tabela 5: Composição das dietas experimentais fase inicial

INGREDIENTES	188	238	238	238	188	238	238	238
	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq
		↑Na ↓Cl	↑K ↓Cl	↑Na ↓Cl		↑Na ↓Cl	↑K ↓Cl	↑Na ↓Cl
	DL-METIONINA				METIONINA LÍQUIDA			
Milho	58,194	58,194	58,194	58,194	58,194	58,194	58,194	58,194
Farelo Soja	30,991	30,991	30,991	30,991	30,991	30,991	30,991	30,991
Farinha de Carne	6,171	6,171	6,171	6,171	6,171	6,171	6,171	6,171
Óleo vegetal	2,788	2,788	2,788	2,788	2,788	2,788	2,788	2,788
Calcário	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115
Carbonato K	0,000	0,000	0,105	0,000	0,000	0,000	0,105	0,000
Bicarbonato de sódio	0,000	0,405	0,285	0,405	0,000	0,405	0,285	0,405
Sal	0,314	0,120	0,103	0,120	0,314	0,120	0,103	0,120
Caolim	0,500	0,289	0,321	0,289	0,453	0,242	0,274	0,242
Treonina 98,5%	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
Lisina 78%	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
DL-Metionina 99%	0,239	0,239	0,239	0,239	0,000	0,000	0,000	0,000
Metionina líquida 83%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,286	0,286	0,286	0,286
Premix*	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
COMPOSIÇÃO CALCULADA								
Proteína %	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000
Gordura Bruta %	6,164	6,164	6,164	6,164	6,164	6,164	6,164	6,164
Fósforo Disponível %	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480
Sódio %	0,170	0,209	0,170	0,209	0,170	0,209	0,170	0,209
Potássio%	0,816	0,816	0,873	0,816	0,816	0,816	0,873	0,816
Cloro %	0,307	0,191	0,181	0,191	0,307	0,191	0,181	0,191
mEq/kg_mEq/kg	188,00	238,00	238,00	238,00	188,00	238,00	238,00	238,00
Lisina Dig Aves %	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150
Metionina Dig Aves %	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550
Met + Cist. Dig. Aves %	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851
Relação m+c:lis dig. Aves	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740
Treonina Dig. Aves %	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748
Relação ter:lis dig. Aves	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
Arginina Dig. Aves %	1,373	1,373	1,373	1,373	1,373	1,373	1,373	1,373
Leucina Dig. Aves %	1,690	1,690	1,690	1,690	1,690	1,690	1,690	1,690
Isoleucina Dig. Aves%	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815
Valina Dig. Aves %	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925
EM Aves_ Kcal/kg	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00	3050,00
Ácido Linoleico-C18:2%	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936

Suplementação por kg de ração inicial = ácido nicotínico: 6.000mg, ácido fólico: 14mg, ácido pantotênico: 1.078mg, biotina: 15mg, colina: 60.000mg, vitamina A: 3.200.000UI, vitamina B1: 198mg, vitamina B2: 960mg, vitamina B6: 396mg, vitamina B12: 400mcg, vitamina E: 2.000mr, vitamina D3: 640.000UI, vitamina K3: 636mg, cálcio: 95g, cobalto: 60mg, cobre: 1.200mg, iodo: 186mg, ferro: 5.150mg, manganês: 13.520 mg, zinco: 10.080mg, selênio: 58mg.

Tabela 6: Composição das dietas experimentais fase crescimento

INGREDIENTES	150	200	200	200	150	200	200	200
	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq	mEq
		↑Na ↓Cl	↑K ↓Cl	↑K ↓Cl		↑Na ↓Cl	↑K ↓Cl	↑K ↓Cl
	DL-METIONINA				METIONINA LÍQUIDA			
Milho	65,004	65,004	65,004	65,004	65,004	65,004	65,004	65,004
Farelo Soja	23,669	23,669	23,669	23,669	23,669	23,669	23,669	23,669
Farinha de Carne	5,471	5,471	5,471	5,471	5,471	5,471	5,471	5,471
Óleo vegetal	3,886	3,886	3,886	3,886	3,886	3,886	3,886	3,886
Calcário	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161
Carbonato K	0,000	0,000	0,110	0,110	0,000	0,000	0,110	0,110
Bicarbonato de sódio	0,000	0,405	0,275	0,275	0,000	0,405	0,275	0,275
Sal	0,327	0,120	0,120	0,120	0,327	0,120	0,120	0,120
Caolim	0,400	0,202	0,222	0,222	0,354	0,156	0,154	0,154
Treonina 98,5%	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072
Lisina 78%	0,273	0,273	0,273	0,273	0,273	0,273	0,273	0,273
DL-Metionina 99%	0,237	0,237	0,237	0,237	0,000	0,000	0,000	0,000
Metionina líquida 83%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,283	0,283	0,283	0,283
Premix*	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
COMPOSIÇÃO CALCULADA								
Proteína %	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000
Gordura Bruta %	7,300	7,300	7,300	7,300	7,300	7,300	7,300	7,300
Fósforo Disponível %	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660
Sódio %	0,170	0,205	0,170	0,170	0,170	0,205	0,170	0,170
Potássio%	0,693	0,693	0,753	0,753	0,693	0,693	0,753	0,753
Cloro %	0,332	0,208	0,208	0,208	0,332	0,208	0,208	0,208
mEq/kg_mEq/kg	150,00	200,00	200,00	200,00	150,00	200,00	200,00	200,00
Lisina Dig Aves %	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
Metionina Dig Aves %	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510
Met + Cist. Dig. Aves %	0,777	0,777	0,777	0,777	0,777	0,777	0,777	0,777
Relação m+c:lis dig. Aves	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740
Treonina Dig. Aves %	0,682	0,682	0,682	0,682	0,682	0,682	0,682	0,682
Relação ter:lis dig. Aves	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
Arginina Dig. Aves %	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145
Leucina Dig. Aves %	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494
Isoleucina Dig. Aves%	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684
Valina Dig. Aves %	0,794	0,794	0,794	0,794	0,794	0,794	0,794	0,794
EM Aves_ Kcal/kg	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00
Ácido Linoleico-C18:2%	3,583	3,583	3,583	3,583	3,583	3,583	3,583	3,583

Suplementação por kg de ração crescimento = ácido nicotínico: 6.000mg, ácido fólico: 100mg, ácido pantotênico: 1.000mg, biotina: 15mg, colina: 20.000mg, vitamina A: 3.200.000UI, vitamina B1: 180mg, vitamina B2: 960mg, vitamina B6: 380mg, vitamina B12: 400mcg, vitamina E: 2.000mg, vitamina D3: 640.000mg, vitamina K3: 636mg, cálcio: 95g, cobalto: 60mg, cobre: 1.200mg, iodo: 160mg, ferro: 15.150mg, manganês: 13.520mg, zinco: 10.080mg, selênio: 50mg.

2.3 Parâmetros avaliados e coleta de dados

Aos 21 e 38 dias de idade, cinco frangos por tratamentos foram submetidos à colheita da sangue, onde aproximadamente 0,5ml de sangue foram coletados por punção da veia braquial, utilizando seringas esterelizadas e heparinizadas. As amostras foram submetidas as análises da dosagem de sódio (Na^+), potássio (K^+), cloro (Cl^-), hematócrito (Hct), hemoglobina (Hb), pH, pressão parcial de dióxido de carbono (pCO_2), bicarbonato sérico (HCO_3^-), bases em excesso (BE_{ecf}) e glicose, realizadas imediatamente após a coleta das amostras empregando-se analisador sanguíneo clínico portátil “i-STAT”.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Nas tabelas 7, 8, 9 e 10 estão apresentados os dados de análise gasométrica e parâmetros hematológicos. Os resultados demonstram que as fontes de metionina e balanço eletrolítico não afetaram os parâmetros analisados ($P > 0,05$).

Observando os resultados aos 21 e 38 dias de idade dos frangos, nota-se que os animais que tiveram em sua alimentação manipulação de íons de sódio, houve um aumento numérico no pH sangüíneo. O excesso de potássio circulante compete com ânions tampões do liquido tubular renal, impedindo a remoção de H^+ , sendo esse reabsorvido, podendo provocar uma acidose (SEWENSON e REECE, 1993, BORGES, 2001). As aves que em sua ração tiveram uma manipulação de íons de potássio apresentaram níveis séricos de potássio numericamente superior ao grupo controle. O ligeiro aumento, aqui observado, pode ser resultado da maior absorção de potássio, em função da maior disponibilidade deste elemento do trato gastrointestinal. BORGES (1997) encontrou o mesmo resultado, onde aumentando níveis de potássio na ração pela inclusão de KCl. O mesmo ocorreu com animais que receberam uma dieta com manipulação de íons de sódio. Os números encontrados são condizentes com o padrão esperado. Os níveis de sódio, potássio e cloro séricos com aves suplementadas com diferentes fontes de metionina e diferentes programas eletrolíticos, são semelhantes com os encontrados por BORGES (1997/2001) quando estudou a importância desses parâmetros para interpretar as respostas de aves criadas em termoneutralidade e em altas temperaturas. Os resultados reforçam a teoria por MONGIN (1981) e FIXTER et al.,(1987) da importância da relação ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$) na regulação do equilíbrio ácido-base bem como sua relação com a temperatura ambiente.

Tabela 7: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-Metioina sobre parâmetros gasométricos e hematológicos de frangos aos 21 dias de idade

	Na (mmol/L)	K (mmol/L)	Cl (mmol/L)	pCO₂	HCO₃	Glicose (mg/dL)	Hct (%)	HB (d/dL)	BEecf	pH
188 mEq (DL-Met)	139	5,10	115	43,5	23,0	224	19	6,66	-2,0	7,390
238 mEq + ↑Na ↓Cl (DL-Met)	140	4,64	119	46,0	24,2	213	19	6,58	-1,2	7,305
238 mEq + ↑K ↓Cl (DL-Met)	140	5,18	113	47,8	25,6	226	19	6,22	-2,8	7,282
238 mEq + ↑Na ↓Cl (DL-Met)	140	4,67	117	46,0	24,1	215	19	6,58	-1,8	7,335
Probabilidade	0,586	0,500	0,316	0,823	0,596	0,471	0,818	0,925	0,270	0,189
CV (%)	1,52	13,07	4,23	15,49	12,22	7,05	17,71	17,19	168,74	0,77

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

CV = Coeficiente de variação

Na: Sódio/ K: Potássio/ Cl: Cloro/ pCO₂: Pressão parcial de dióxido de carbono/ HCO₃: Bicarbonato sérico

Hct: Hematócrito/ HB: Hemoglobina/ BEecf: Bases em excesso/ pH: Potencial hidrogênico

Tabela 8: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA sobre parâmetros gasométricos e hematológicos de frangos aos 21 dias de idade

	Na (mmol/L)	K (mmol/L)	Cl (mmol/L)	pCO₂	HCO₃	Glicose (mg/dL)	Hct (%)	HB (d/dL)	BEecf	pH
188 mEq (HMTBA)	140	4,96	114	49,1	25,7	227	21	7,34	-1,2	7,321
238 mEq + ↑Na ↓Cl (HMTBA)	139	5,16	117	44,0	23,2	214	19	6,74	-1,2	7,330
238 mEq + ↑K ↓Cl (HMTBA)	138	5,36	115	47,0	25,0	226	18	6,12	-0,6	7,311
238 mEq + ↑Na ↓Cl (HMTBA)	139	5,12	116	45,6	24,0	221	19	6,72	-1,0	7,329
Probabilidade	0,406	0,622	0,916	0,743	0,731	0,521	0,555	0,560	0,701	0,714
CV (%)	1,34	10,11	5,88	17,01	15,12	6,52	19,59	19,64	342,01	0,74

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

CV = Coeficiente de variação

Na: Sódio/ K: Potássio/ Cl: Cloro/ pCO₂: Pressão parcial de dióxido de carbono/ HCO₃: Bicarbonato sérico

Hct: Hematócrito/ HB: Hemoglobina/ BEecf: Bases em excesso/ pH: Potencial hidrogênico

Tabela 9: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e DL-Metionina sobre parâmetros gasométricos e hematológicos de frangos aos 38 dias de idade.

	Na (mmol/L)	K (mmol/L)	Cl (mmol/L)	pCO₂	HCO₃	Glicose (mg/dL)	Hct (%)	HB (d/dL)	BEecf	pH
150 mEq (DL-Met)	442	4,72	120	44,6	21,6	208	18	6,26	-,1,6	7,299
200 mEq + ↑Na ↓Cl (DL-Met)	140	4,84	118	40,2	22,1	251	23	6,74	-2,4	7,355
200 mEq + ↑K ↓Cl (DL-Met)	141	5,56	121	42,7	25,9	210	19	7,14	-2,0	7,317
200 mEq + ↑K ↓Cl (DL-Met)	141	5,26	120	43,6	24,6	211	18	6,92	-2,0	7,312
Probabilidade	0,825	0,214	0,741	0,511	0,083	0,973	0,257	0,762	0,966	0,821
CV (%)	1,97	11,21	4,00	17,50	10,52	10,55	21,25	19,84	138,62	1,32

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

CV = Coeficiente de variação

Na: Sódio/ K: Potássio/ Cl: Cloro/ pCO₂: Pressão parcial de dióxido de carbono/ HCO₃: Bicarbonato sérico

Hct: Hematócrito/ HB: Hemoglobina/ BEecf: Bases em excesso/ pH: Potencial hidrogênico

Tabela 10: Efeito dos diferentes programas de balanço eletrolítico e HMTBA sobre parâmetros gasométricos e hematológicos de frangos aos 38 dias de idade.

	Na (mmol/L)	K (mmol/L)	Cl (mmol/L)	pCO₂	HCO₃	Glicose (mg/dL)	Hct (%)	HB (d/dL)	BEecf	pH
150 mEq (HMTBA)	141	5,22	115	49,4	24,7	223	20	7,00	-1,6	7,253
200 mEq + ↑Na ↓Cl (HMTBA)	144	5,14	117	50,6	22,9	205	23	7,34	-2,8	7,341
200 mEq + ↑K ↓Cl (HMTBA)	142	5,32	119	55,2	23,7	211	20	8,02	-1,8	7,331
200 mEq + ↑K ↓Cl (HMTBA)	142	5,28	118	53,4	24,9	214	22	7,62	-2,2	7,325
Probabilidade	0,665	0,956	0,508	0,795	0,442	0,310	0,634	0,717	0,874	0,254
CV (%)	2,56	13,84	3,81	20,01	8,95	6,72	21,36	19,12	134,07	0,96

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

CV = Coeficiente de variação

Na: Sódio/ K: Potássio/ Cl: Cloro/ pCO₂: Pressão parcial de dióxido de carbono/ HCO₃: Bicarbonato sérico

Hct: Hematócrito/ HB: Hemoglobina/ BEecf: Bases em excesso/ pH: Potencial hidrogênico

A temperatura ambiente e a dieta podem influenciar o balanço ácido-base da ave. Entretanto, o animal está aparelhado para regular o pH dos fluídos corporais durante o metabolismo. A maioria dos metabólitos finais são ácidos, sendo que quando estes se acumulam no corpo, o balanço ácido-base é desviado do seu normal. Excesso de base pode se acumular pela ingestão ou pelo excesso de excreção de ácidos. Os ácidos podem ser removidos do corpo através dos rins e dos pulmões. O excesso de ácidos no sangue (H^+) pode combinar com íons bicarbonato (HCO_3^-) para produzir o ácido carbônico (H_2CO_3) o qual é convertido para dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O) pela ação da anidrase carbônica. O CO_2 resultante desta reação é excretado pelos pulmões e os íons H^+ são excretados via renal, sendo os íons HCO_3^- retidos para manter a relação ácido-base. Portanto, para manter o equilíbrio ácido-base, as aves devem regular a ingestão e a excreção de ácidos. Em aves as variáveis hematológicas e gasométricas são estudadas como ferramenta auxiliar para esclarecer as respostas zootécnicas obtidas. O sistema sangüíneo é particularmente sensível a mudanças e se constitui em um importante indicador das respostas fisiológicas da ave a agentes estressores (BORGES, 2001). O uso da hematologia como ferramenta para diagnosticar doenças e detectar alterações fisiológicas tem aumentado na avicultura. Isso está diretamente relacionado com o surgimento de novas técnicas, novas doenças e principalmente com a necessidade de se ter uma resposta precisa sobre a enfermidade que acomete os plantéis avícolas. Todavia um longo caminho deve ainda ser percorrido para torná-la de uso cotidiano, visto que as inter-relações existentes, entre ave e ambiente e suas conseqüências sobre parâmetros fisiológicos, não estão bem esclarecidos (BORGES, 2001).

A unidade de medida da concentração de íons de hidrogênio nos líquidos do organismo é denominada pH, a manutenção do mesmo é de extrema importância. O pH normal do sangue das aves varia sob condições fisiológicas, na faixa de 7,2 a 7,36 (TEETER et al., 1985). BORGES (2001), trabalhando com frangos da linhagem Cobb, encontrou valores de pH sanguíneo de 7,33.

A manutenção do pH constante é de vital importância para o animal, já que pequenas quantidades de ácidos ou bases fortes livres podem levar o pH a limites incompatíveis com a vida. A alteração no pH pode provocar distúrbios no metabolismo, na permeabilidade de membrana, na forma molecular da proteína e no balanço eletrolítico. No entanto, sua constância é mantida pelos sistemas tampões.

Os principais sistemas tampões do sangue são o bicarbonato/dióxido de carbono, a hemoglobina, as proteínas plasmáticas e os fosfatos (MACARI et al., 1994). O pH, índice de acidez ou alcalinidade, está inversamente relacionado à concentração de íons de H^+ , portanto quando há um aumento no pH ocorre a diminuição dos íons de H^+ caracterizando uma alcalose, e quando há uma diminuição no pH ocorre um aumento dos íons de H^+ caracterizando uma acidose.

Não houve resposta a nível sangüíneo para potássio, sódio e cloro, pois não foi introduzido nenhum agente externo que alterasse o metabolismo do animal. Provavelmente a variação do balanço eletrolítico não tenha sido amplo o suficiente e ou a suplementação dos sais bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) e carbonato de potássio (K_2CO_3) na ração não tenha sido alta suficiente para provocar alteração no comportamento desses eletrólitos a níveis sangüíneo. Respostas de alteração de comportamento de eletrólito no sangue são obtidas quando imprime estresse de calor. As aves, sendo animais homeotermo, dispõem de um centro termorregulador, localizado no hipotálamo, capaz de controlar a temperatura corporal através de mecanismos fisiológicos e respostas comportamentais, mediante a produção e liberação de calor, determinando assim a manutenção da temperatura corporal normal (MACARI et al., 1994). Entre 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. 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, provocando aumento da taxa respiratória, resultando em redução da pCO_2 , aumento no pH sanguíneo e queda na concentração de HCO_3^- , em função do aumento na excreção de HCO_3^- , com redução na excreção de H^+ pelos rins para manter o equilíbrio ácido-base do animal. (BORGES 2001 e MACARI et al., 1994).

Outro parâmetro indicativo de acidemia ou uma acalemia é o excesso de bases (BE_{ecf}), esse estima a quantidade necessária de base para restauração normal do pH, resultados podem ser valores negativos indicativo de acidose ou positivos indicativo de alcalose. Quando ocorre excesso ou déficit de ácido ou base no organismo, as bases em excesso (BE_{ecf}) ou reservas alcalinas devem ser

ajustadas. De acordo com os resultados obtidos, as aves estavam em uma acidose metabólica. O bicarbonato, é o tampão mais abundante no plasma sanguíneo, é um indicador da capacidade tamponante do sangue, regulado principalmente pelos rins, o HCO_3^- é um componente metabólico do equilíbrio ácido-base, as causas de acidose metabólica, ou seja, quando há diminuição nos níveis de HCO_3^- são a cetoacidose, acidose lática e a diarreia. Quando há uma queda no bicarbonato circulante, ocorre uma queda do pH caracterizando uma acidose. E quando há um aumento no bicarbonato circulante, ocorre um aumento no pH caracterizando uma alcalose. O HCO_3^- e as proteínas (incluindo a hemoglobina) constituem os tampões básicos, e assim como as BEecf são considerados componentes metabólicos do equilíbrio ácido-base. As BEecf expressam a quantidade de ácidos ou bases que, quando adicionadas em um litro de sangue, retornam o pH ao normal (BORGES,2001). O tampão básico é considerado por ROOTH (1969) como uma junção entre equilíbrio ácido-base e balanço de eletrólitos.

A pressão parcial do dióxido de carbono, juntamente com o pH, são utilizados para avaliar o equilíbrio ácido-base, sendo seu comportamento inverso do pH. A pCO_2 é um componente respiratório do equilíbrio ácido-base, sendo uma medida da pressão do dióxido de carbono dissolvido no sangue, representa o equilíbrio entre a produção celular de CO_2 e a remoção de CO_2 por ventilação, sendo que uma mudança na pCO_2 indica alterações respiratórias. Quando há uma queda na pCO_2 ocorre uma alcalose respiratória (YOUNG, 1990).

O hematócrito é uma medida do volume parcial dos glóbulos vermelhos do sangue, que expresso é como um volume percentual das células empilhadas no sangue total após a centrifugação (SWENRON e REECE, 1993). Esse é um indicador chave do estado de hidratação, anemia e perda grave de sangue, bem como a capacidade do corpo para transportar oxigênio. Uma redução no hematócrito pode ser uma sobre-hidratação que resulta no aumento do volume do plasma, ou ainda uma diminuição do número de glóbulos vermelhos provocado por anemia, por outro lado, um aumento do hematócrito pode dever-se a perda de fluidos como no caso de uma desidratação, ou ainda em casos de aumento dos glóbulos vermelhos como nos casos de distúrbios cardiovasculares. O hematócrito permite avaliar a parte globular em uma amostra de sangue. Baixo índice de hematócrito pode ser observado em doenças agudas ou crônicas, septicemias e doenças hemorrágicas (CAMPELL e DEIN, 1984).

A hemoglobina, pigmento dos eritrócitos é um complexo contendo ferro, proteína conjugada composta por pigmento e uma proteína simples. A cor vermelha deve-se a um composto metálico contendo um íon de ferro. A hemoglobina, intervém no transporte de CO_2 desde os tecidos até os alvéolos pulmonares, mantendo desta maneira o pH do sangue e a entrada de oxigênio nas células. A concentração de hemoglobina é importante para determinar a capacidade de oxigenação que prevalece nos seres vivos (NORUEGA, 2000) e também por classificar um processo anêmico (STURKIE, 1976).

4. CONCLUSÕES

De acordo com as condições experimentais adotadas nesse estudo podemos concluir que diferentes fontes de metionina e diferentes programas de balanço eletrolítico, não afetam as variáveis gasométricas e os parâmetros hematológicos analisados. Estudos posteriores devem ser realizados alterando a temperatura ambiente para as aves.

REFERÊNCIAS

BORGES, S. A. Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte durante o verão. Jaboticabal, 96p. 1997. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, 1997.

BORGES,S.A. Balanço eletrolítico e sua interrelação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico.Jaboticabal, 2001. 97p. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, 2001.

CAMPBELL, T.W. and DEIN, F.J. Avian Hematology. The Basics.Vet. Clin. North Am. **Small Anim. Pract.**, v.14, n.2, p.223-248, 1984.

CHARLES NORIEGA, M.L.V.C. Apuntes de hematología aviar:material didático para curso de hematologia aviária.**Universidad Nacional Autónoma de México.** Departamento de producción animal: Aves. México, 2000. 70p. (Apostila mimeo).

FIXTER, M., BALNAVE, D., JOHNSON, R., J. The influence of dietary electrolyte balance on broiler growth at high temperatures. **Proceedings Foundation Symposium**, University of Sydney, p.34-48, 1987.

MACARI, M., FURLAN, R. L., GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 246p. 1994.

MONGIN, P. Recent Advances in Dietary Cation-Anion Balance: Applications in Poultry. **Proceedings of Nutrition Society**, Cambridge,v. 40, p.285-294,1981.

NORUEGA, M.L.V.C. Apuntes de hematología aviar:material didático para curso de hematologia aviária. Universidad Nacional Autónoma de México. **Departamento de producción animal: Aves.** México, 2000.

ROOTH, G. Introduction to acid-base and electrolyte balance. **Barnes and Noble**, Inc. New York, 1969.

SWENSON, M.J.; REECE, W.O. Dukes – **Fisiologia dos Animais Domésticos.** Ed. Guanabara & Koogan, 11. ed., 856p, 1993.

STURKIE , P.D. Blood: physical characteristics, formed elements, hemoglobin, and coagulation. In: STURKIE , P.D. (ED.). Avian physiology. New York: **Springer-Verlag**,1976. p.53-75.

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

YOUNG, D.S. Effects of Drugs on CLinical Laboratory Tests, 3ed. Washington, **DC: American Association of Clinical Chemistry**, 1990.

IMPLICAÇÕES

A formulação de rações com base no conceito de balanço eletrolítico é uma prática que pode ser implementada com vistas a corrigir as distorções no equilíbrio ácido-base, no entanto, faz-se necessário o conhecimento e estudo detalhado da composição dos ingredientes disponíveis para a formulação das rações, particularmente no que diz respeito às concentrações de Na^+ , K^+ e Cl^- . Alterações fisiológicas devem ser um instrumento de estudo do qual o nutricionista não pode abrir mão quando se está avaliando a adoção de novas tecnologias. Neste sentido, estas variáveis devem ser pesquisadas e interpretadas no seu conjunto e contextualizadas com o estudo zootécnico.

O balanço ácido-base refere-se aos mecanismos homeostáticos que mantem o pH constante, portanto, é importante ficar claro que os desequilíbrios ácido-base devem ser entendidos como processos fisiológicos anormais que distorcem a homeostase, e não simplesmente como anormalidades medidas no sangue.

Na fase pré inicial e inicial, não devemos corrigir o balanço eletrolítico manipulando potássio, muito provavelmente pelo fato de doses elevadas de potássio serem responsáveis por elevar o equilíbrio ácido-básico das dietas, por conseqüência, prejudica o desempenho zootécnico das aves, tornando assim o potássio um mineral “tóxico”. Outras fontes de sódio podem ser usadas nas formulações das rações em substituição parcial ou total do cloreto de sódio, desde que os níveis ideais de eletrólitos na dieta sejam alcançados de acordo com os requerimentos nutricionais das aves.

Também deixo a sugestão, de darem continuidade em experimentos, utilizando HMTBA (metionina hidróxi análoga), avaliando sua equivalência sobre o desempenho zootécnico e outros parâmetros fisiológicos.

VITA

Franciely Benthien da Costa, filha de Carlos Augusto da Costa e Eliane de Fátima Benthien da Costa, natural de Curitiba - PR, nasceu no dia 03 de março de 1986. cursou o ensino Médio Técnico no Colégio OPET – Técnico em Gestão de Empresa, no município de Curitiba – PR. Em 2004 ingressou no curso de Medicina Veterinária da Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), em Curitiba - PR, obtendo o Grau de Médica Veterinária em fevereiro de 2009. Iniciou em março de 2009 o curso de mestrado na área de Produção Animal, sub-área Nutrição de Não-ruminantes, na Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.