

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ROSSELLE DALL' STELLA

**BALANÇO ELETROLÍTICO E RELAÇÕES AMINOÁCIDOS SULFURADOS E
LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE CORTE**

CURITIBA

2008

ROSSELLE DALL'STELLA

**BALANÇO ELETROLÍTICO E RELAÇÕES AMINOÁCIDOS SULFURADOS E
LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE CORTE**

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 a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Aparecido Borges

CURITIBA

2008

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



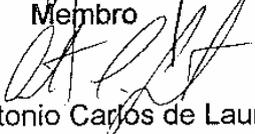
PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **“BALANÇO ELETROLÍTICO E RELAÇÕES AMINOÁCIDOS SULFURADOS E LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE CORTE”** apresentada pela Mestranda Rosselle Dall’ Stella, declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 78 da Resolução nº 62/03–CEPE/UFPR, que considerou a candidata APTA para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Produção Animal.

Curitiba, 15 de fevereiro de 2008.


Prof. Dr. Sebastião Aparecido Borges
Presidente Orientador


Prof. Dr. Alex Maiorka
Membro


Prof. Dr. Antonio Carlos de Laurentiz
Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que me deu a vida, que constantemente ilumina meu caminho e pela oportunidade que me deu de alcançar os requisitos para minha educação e formação profissional.

Agradeço de maneira especial aos meus pais, Raul e Rosane, pela educação, pelo incentivo nos estudos, pela orientação e por torcerem pelo meu sucesso.

Ao meu irmão Renato, pela ajuda e conselhos.

Ao professor Dr. Sebastião Aparecido Borges pela orientação e incentivo.

Ao professor Dr. Marson Bruck Warpechowski, pelo voto de confiança, pelo incentivo, pelo aprendizado e orientação.

Aos professores Alex Maiorka e Fabiano Dahlke pelo auxílio.

À colega Michelly Opalinski pela amizade, disposição e auxílio prestado nos experimentos.

Aos colegas de graduação e pós-graduação pela convivência e colaboração na realização dos experimentos.

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

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

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

" ... O mundo está nas mãos daqueles que sonham e tem a coragem de viver seus sonhos ... "

Paulo Coelho

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	COMPOSIÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS.....	34
TABELA 2 -	RELAÇÃO METIONINA + CISTINA:LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE 1 A 7 DIAS COM DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS.....	37
TABELA 3 -	RELAÇÃO METIONINA + CISTINA:LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE 1 A 7 DIAS COM DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS.....	39
TABELA 4 -	COMPOSIÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS – FASE INICIAL.	48
TABELA 5 -	COMPOSIÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS – FASE DE CRESCIMENTO.....	49
TABELA 6 -	RELAÇÃO METIONINA + CISTINA:LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE 1 A 7 DIAS COM DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS.....	53
TABELA 7 -	RELAÇÃO METIONINA + CISTINA:LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE 1 A 21 DIAS COM DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS.....	54
TABELA 8 -	RELAÇÃO METIONINA + CISTINA:LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE 22 A 42 DIAS COM DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS.....	56
TABELA 9 -	DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO BE*MET PARA CONSUMO DE RAÇÃO.....	57
TABELA 10 -	DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO BE*MET PARA GANHO DE PESO.....	57
TABELA 11 -	RELAÇÃO METIONINA + CISTINA:LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE 1 A 42 DIAS COM DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS.....	59
TABELA 12 -	DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO BE*MET PARA CONSUMO DE RAÇÃO.....	59
TABELA 13 -	DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO BE*MET PARA GANHO DE PESO.....	60
TABELA 14 -	RENDIMENTO DE CARÇAÇA, PARTES E GORDURA ABDOMINAL DOS FRANGOS DE CORTE AOS 42 DIAS DE IDADE.....	61
QUADRO 1 -	RESULTADO DO AMINOGRAMA DO MILHO E FARELO DE SOJA.....	48

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUÇÃO	1
1.2 REVISÃO DE LITERATURA	2
1.2.1 EQUILÍBRIO ÁCIDO-BÁSICO.....	2
1.2.1.1 Distúrbios do Equilíbrio Ácido-Básico.....	5
1.2.1.2 Aminoácidos X Equilíbrio Ácido-Básico.....	6
1.2.2 BALANÇO ELETROLÍTICO DA DIETA.....	7
1.2.2.1 Calculando o mEq da dieta.....	10
1.2.2.2 Utilização de Sais para Correção do Balanço Eletrolítico.....	11
1.2.2.3 Balanço Eletrolítico e Desempenho Zootécnico.....	12
1.2.3 EXIGÊNCIAS EM AMINOÁCIDOS SULFURADOS.....	17
1.2.4 FORMULAÇÃO DE RAÇÕES BASEADA EM PROTEÍNA IDEAL E AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS.....	20
REFERÊNCIAS	25

CAPÍTULO II

RESUMO	29
ABSTRACT	30
2.1. INTRODUÇÃO	31
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	32
2.2.1. LOCAL.....	32
2.2.2 PERÍODO.....	32
2.2.3 ANIMAIS.....	32
2.2.4 INSTALAÇÕES E MANEJO.....	32
2.2.5 RAÇÕES EXPERIMENTAIS E TRATAMENTOS.....	33
2.2.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	35
2.2.7 PARÂMETROS AVALIADOS E COLETA DE DADOS.....	35
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
2.3.1 DESEMPENHO DOS FRANGOS DE 1 A 7 DIAS DE IDADE.....	36
2.3.2 DESEMPENHO DOS FRANGOS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE.....	38
2.4 CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS	41

CAPÍTULO III	
RESUMO	43
ABSTRACT	44
3.1 INTRODUÇÃO	45
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	46
3.2.1 LOCAL.....	46
3.2.2 PERÍODO.....	46
3.2.3 ANIMAIS.....	46
3.2.4 INSTALAÇÕES E MANEJO.....	46
3.2.5 RAÇÕES EXPERIMENTAIS E TRATAMENTOS.....	47
3.2.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	50
3.2.7 PARÂMETROS AVALIADOS E COLETA DE DADOS.....	51
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
3.3.1 DESEMPENHO DOS FRANGOS DE 1 A 7 DIAS DE IDADE.....	52
3.3.2 DESEMPENHO DOS FRANGOS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE.....	54
3.3.3 DESEMPENHO DOS FRANGOS DE 22 A 42 DIAS DE IDADE.....	56
3.3.4 DESEMPENHO DOS FRANGOS DE 1 A 42 DIAS DE IDADE.....	58
3.3.5 RENDIMENTO DE CARÇAÇA, CORTES E GORDURA ABDOMINAL DOS FRANGOS AOS 42 DIAS DE IDADE	60
3.4 CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	64
CONSIDERAÇÕES FINAIS	67

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUÇÃO

Os aminoácidos sulfurados são os primeiros limitantes nas rações à base de milho e farelo de soja utilizadas para frangos de corte.

Sabe-se que o desempenho melhora com o aumento da suplementação dietética de metionina e cistina, até que o potencial máximo de crescimento do animal seja alcançado. No entanto, a metionina e a cistina, quando em excesso, são catabolizadas no organismo, gerando radicais ácidos que podem interferir no equilíbrio ácido-básico do animal, podendo ocasionar acidose metabólica (PATIENCE, 1990). A manutenção do equilíbrio ácido-básico tem importância fisiológica e bioquímica, visto que 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 sanguíneo (MACARI et al., 1994).

O balanço eletrolítico da dieta (BE), 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 BE 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, o potássio e o 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 BE da dieta, dado em mEq/kg. Através da adição de sais nas dietas, fontes de sódio, potássio ou cloro, pode-se adequar o BE da mesma, conforme a necessidade do animal.

Objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos de crescentes relações metionina+cistina:lisina digestíveis na dieta combinados com dois valores de balanço eletrolítico, sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 EQUILÍBRIO ÁCIDO-BÁSICO

A regulação dos líquidos do organismo compreende a manutenção de concentrações adequadas de água e eletrólitos e a preservação da concentração de íons hidrogênio dentro de uma faixa estreita, adequada ao melhor funcionamento celular. A manutenção da quantidade ideal de íons hidrogênio nos líquidos intracelular e extracelular depende de um delicado equilíbrio químico entre os ácidos e as bases existentes no organismo, denominado equilíbrio ácido-básico (MACARI et al., 1994).

A unidade de medida da concentração dos íons hidrogênio nos líquidos do organismo é denominada pH. O pH normal do sangue das aves varia sob condições fisiológicas, na faixa de 7,2 a 7,36 (TEETER et al., 1985). FURLAN et al. (1999) observaram nas linhagens de frangos de corte Arbor Acres, Cobb, Hubbard, Isa e Ross, pH sanguíneo médio de 7,31. BORGES (2001), trabalhando com frangos da linhagem Cobb, encontrou valores de pH sanguíneo de 7,33.

A concentração do hidrogênio livre no organismo depende da ação de substâncias que disputam o hidrogênio entre si. As substâncias que podem ceder hidrogênio em uma solução, são denominadas ácidos, 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.

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 profundamente 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 (PATIENCE, 1990).

O balanço entre os ácidos e as bases se caracteriza pela busca permanente do equilíbrio. Face à maioria dos regimes alimentares, o metabolismo orgânico tende a produzir um excesso de radicais ácidos, não só em decorrência da produção de

substâncias intermediárias parcialmente oxidadas (ácido pirúvico e ácido láctico), como da própria combustão completa dos substratos neutros assimilados. Assim, a quantidade de ácido produzida pode variar, dependendo das modificações da dieta, nível de atividade física ou em função de outros processos fisiológicos (MACARI et al., 1994).

Para evitar que estes ácidos, ou mesmo, bases em excesso interfiram na manutenção do pH sanguíneo, três mecanismos estão em atividade para manter o equilíbrio ácido-básico: tampões extra e intracelulares; 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 a longo prazo e pela excreção do excesso de íons hidrogênio (CUNNINGHAM, 1992; SWENSON e REECE, 1993).

Os tampões são substâncias químicas que podem se combinar com ácidos e bases, com a finalidade de prevenir as mudanças bruscas do pH quando às mesmas são adicionadas quantidades relativamente pequenas de ácido (H^+) ou base (OH^-). Os tampões consistem em um ácido fraco (o doador de prótons) e sua base conjugada (o receptor de prótons). 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), responsável por 53% da capacidade tamponante do plasma sanguíneo (SWENSON e REECE, 1993).

Com a queda do pH da 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).

O dióxido de carbono é o produto final da oxidação completa de carboidratos, lipídios e proteínas. Assim, o metabolismo animal gera, de forma contínua, 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 dióxido de carbono difunde-se a partir das células para o sangue e plasma. No plasma, uma parte do CO_2 interage com substâncias tamponantes no interior de eritrócitos; outra fração considerável

reage com a hemoglobina para formar compostos carbamino-CO₂ e o restante do CO₂ é hidratado para formar ácido carbônico (H₂CO₃), que é o mais importante ácido formado no catabolismo dos nutrientes (MACARI et al., 1994).

Quando uma base entra no organismo, o H₂CO₃ prontamente reage com ela, produzindo HCO₃⁻ e H⁺, conforme a equação abaixo:



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, recompondo a relação de 20:1 do sistema tampão:



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 [HCO₃⁻] e ácido [CO₂] é fixa. Por exemplo, para um pH = 7,4, a proporção de HCO₃⁻/CO₂ é igual a 20:1 e reflete o nível normal de HCO₃⁻ no plasma. A alteração absoluta de HCO₃⁻ e CO₂ não altera o pH, enquanto a proporção permanecer 20:1. Assim, o sistema tampão bicarbonato-dióxido de carbono funciona, não pela alteração da razão 20:1 entre base conjugada e ácido fraco, mas,

ao contrário, mantendo essa razão em 20:1 e aumentando ou diminuindo a quantidade total dos componentes do tampão (MACARI et al., 1994).

1.2.1.1 Distúrbios do Equilíbrio Ácido-básico

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).

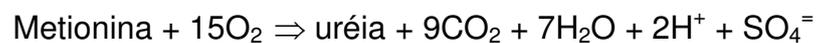
A acidose metabólica é caracterizada por um balanço positivo de íons hidrogênio devido à adição de ácidos ao organismo ou à perda primária de bicarbonato pelo líquido extracelular. As condições típicas que causam acidose metabólica incluem: falha renal para excretar ácido ou reabsorver bicarbonato; ingestão de ácido; excesso na produção endógena de ácido como ocorre no diabetes melito 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 em todas as bases-tampão do líquido extracelular e hemáceas. 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 $[\text{HCO}_3^-]$ 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 $p\text{CO}_2$ 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).

1.2.1.2 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) apresentam tendência a causar alcalose metabólica. A oxidação de aminoácidos catiônicos (lisina, arginina e histidina) pode resultar em acidose metabólica (PATIENCE, 1991). No caso do aminoácido sulfurado metionina, 2 moles de ácido serão produzidos por mol de aminoácido oxidado:



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 na ave são mínimas, quando comparadas com a quantidade de ácidos voláteis (BUTCHER e MILES, 1994).

O ácido carbônico é o ácido volátil produzido em maior quantidade no organismo. No entanto, devido a sua natureza volátil, todo o dióxido de carbono é rapidamente expirado através dos pulmões assim que é formado.

Os ácidos orgânicos são derivados da incompleta oxidação de carboidratos e lipídios. 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 fosfolipídios 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).

Em média, 60 mEq de ácido sulfúrico são formados para cada 100 g de proteína metabolizada (SWENSON e REECE, 1993). Tais ácidos fortes têm apenas uma existência fugaz no organismo, porque eles imediatamente reagem com os tampões do plasma, particularmente com o bicarbonato. No entanto, é desconhecido o valor máximo de aminoácidos sulfurados que podem ser incorporados numa dieta, sem que causem alteração no pH sanguíneo.

1.2.2 BALANÇO ELETROLÍTICO DA DIETA

Há muitos anos, diversas pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de estudar o equilíbrio ácido-básico ou balanço eletrolítico das dietas, mostrando seus reflexos no desempenho animal.

O balanço eletrolítico se define como a diferença entre os principais cátions e ânions da dieta e representa a acidogenicidade ou alcalinidade metabólica da mesma, podendo influenciar o crescimento, o apetite, o desenvolvimento ósseo, a resposta ao estresse térmico e o metabolismo de certos nutrientes como aminoácidos, minerais e vitaminas (PATIENCE, 1990).

As concentrações relativas dos eletrólitos na alimentação afetam diretamente o equilíbrio ácido-básico das aves (PATIENCE, 1990). A importância dos eletrólitos no equilíbrio ácido-básico é que estes, quando em solução, comportam-se como íons. Os íons são quantificados em miliequivalentes, que correspondem à milésima parte de um equivalente grama. O equivalente de uma substância é a menor porção da substância, capaz de reagir quimicamente e, corresponde ao peso atômico ou ao peso molecular, dividido pela valência.

De acordo com MONGIN (1981) e BORGES (2001), o sódio (Na^+), o potássio (K^+) e o cloro (Cl^-) são os íons fundamentais na manutenção da pressão osmótica e equilíbrio ácido-básico dos líquidos corporais. E são os principais íons considerados nas equações que estimam o balanço eletrolítico das rações, em razão

da sua importância eletrolítica e também em função de que a absorção destes é superior à dos demais. BUTCHER e MILES (1994), 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 é o principal cátion do fluido intracelular, enquanto que o Na^+ e o Cl^- são os principais íons do fluido extracelular. A osmorregulação é conseguida pela homeostasia destes íons intra e extracelular. Em condições ótimas, os conteúdos de água e eletrólitos são mantidos dentro de limites estreitos. Mas a perda de eletrólitos (Na^+ ou K^+), sem alteração no conteúdo de água do corpo, reduz a osmolalidade destes fluidos.

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 no Na^+ na borda luminal das células tubulares, a secreção de H^+ competirá com o K^+ na troca pelo Na^+ . Conseqüentemente, 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 $[\text{Na}^+]$ 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. A regulação do potássio está a cargo, principalmente, dos rins. 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, 1999).

Atualmente, a importância do Na^+ na manutenção das funções vitais normais é bastante conhecida. Ele 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 (equilíbrio elétrico), o sódio é o principal responsável pela osmolalidade 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 osmolalidade que estimula a liberação de ADH e proporciona a sede. A água ingerida, irá diluir o líquido extracelular e restaurará a $[\text{Na}^+]$ a níveis normais. No entanto 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 cortex da supra-renal. Vale lembrar que a aldosterona tem efeito sobre a secreção do K^+ a partir das células tubulares para o lúmen (SWENSON e REECE, 1993).

O ânion cloro (cloreto) é predominante no líquido extracelular; sua função principal é a manutenção do equilíbrio químico com os cátions presentes. Sabe-se que se o excesso de sódio é excretado pelos rins, o cloreto normalmente o acompanha. O cloro participa ainda do efeito tampão do sangue em intercâmbio com o bicarbonato (SWENSON e REECE, 1993). Segundo MACARI (1994), o aumento do Cl^- plasmático favorece a retenção de H^+ e diminui a reabsorção de HCO_3^- pelos rins, sendo esta uma resposta à alcalose metabólica.

O K^+ e o Na^+ são íons alcalogênicos, neste caso, 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 e estando abaixo do normal pode caracterizar acidose metabólica (MACARI et al., 1994).

1.2.2.1 Calculando o mEq da Dieta

A expressão mais difundida atualmente para determinar o balanço eletrolítico da dieta é aquela desenvolvida por Mongin (1981).

Conforme visto anteriormente, para manter o equilíbrio ácido-básico, a ave deve regular a ingestão e a excreção de ácidos. Nas situações em que o animal se encontra em equilíbrio ácido-básico, sem excesso ou deficiência de ácido ou base, 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 $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$, é igual à diferença de cátions e ânions excretados ((cátions - ânions)_{excretados}), mais a produção de ácido endógeno (H^+ _{endógeno}), mais as bases em excesso (BEe) ou reservas alcalinas. A ingestão ótima de eletrólitos, em termos de equilíbrio ácido-básico, pode minimizar a presença de BEe, tendendo a zero. O requerimento ótimo do balanço de eletrólitos foi recomendado por Mongin (1981), em termos de mEq ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$)/kg de ração em torno de 250 mEq/kg.

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

ou,

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

Todos os eletrólitos poderiam ser considerados nestas equações. Assim, a equação eletrolítica completa seria: $(\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) - (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^- + 2\text{PO}_4^- + \text{HPO}_4^-)$. No entanto, alguns destes íons não são considerados devido à sua importância secundária no equilíbrio ácido-básico. Pois, é o potencial eletrolítico dos elementos que pode classificá-los em termos de importância no equilíbrio ácido-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 Fe^{++} , Mn^{++} , Zn^{++} , Cu^{++} , Se , Mo^{++} , Co^{++} e I^- . Estes elementos traços 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, 2006b).

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 nos equilíbrios eletrolítico e ácido-básico por suas localizações em relação às células e pelo desencadeamento da troca de fluidos 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 (BE) 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:

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

Como exemplo, considera-se uma formulação possuindo 0,20% de Na^+ ; 0,58% de K^+ e 0,18% de Cl^- . Então:

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

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

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

Substituindo os valores encontrados na fórmula, tem-se:

$$\text{BE} = 86 + 148,4 - 50,7$$

$$\text{BE} = 183,7 \text{ mEq/Kg de ração}$$

1.2.2.2 Utilização de Sais para Correção do Balanço Eletrolítico

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, na sua maioria, em sua forma ácida e que os ingredientes usualmente utilizados apresentam deficiência em sódio, as rações passam a ser acidogênicas.

Muitas pesquisas demonstram que a correção do BE 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).

Nesse sentido, 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, 2006). 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:

- Bicarbonato de Potássio – KHCO_3
- Carbonato de Potássio – K_2CO_3
- Bicarbonato de Sódio – NaHCO_3

E entre os compostos ácidos destacam-se:

- Cloreto de Potássio – KCl
- Cloreto de Amônio – NH_4Cl
- Cloreto de Cálcio – CaCl_2

1.2.2.3 Balanço Eletrolítico e Desempenho Zootécnico

Diversos estudos têm sido realizados nos últimos anos para estimar os melhores níveis de BE para as diferentes fases de desenvolvimento das aves.

BORGES et al. (1999), realizaram dois experimentos com o objetivo de avaliar o desempenho de frangos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade), que receberam dietas à base de milho e farelo de soja, contendo diferentes valores de balanço eletrolítico (BE). No experimento I, os valores de BE foram de 145 (controle); 0; 120; 240 e 360 mEq/Kg de ração, mantendo-se os níveis de K^+ , oscilando-se os níveis de Na^+ e Cl^- . No experimento II, os valores de BE foram de 145 (controle); 354; 254; 154 e 54 mEq/Kg de ração, mantendo-se os níveis de Na^+ , oscilando-se os níveis de K^+ e Cl^- . Os diferentes valores de BE foram obtidos pela adição de NaCl, $NaHCO_3$, $KHCO_3$ e NH_4Cl na ração. Os autores observaram efeito quadrático para ganho de peso e conversão alimentar nos dois experimentos, e efeito linear para o consumo de ração, sendo os resultados dependentes dos eletrólitos utilizados para variar a relação eletrolítica da ração. Os valores ideais de BE, para ganho de peso e conversão alimentar, variaram de 199 a 251 mEq/kg, quando se fixou o K^+ , e de 119 a 127, quando se fixou o Na^+ . Os autores também observaram que balanços eletrolíticos elevados (354 e 360 mEq/Kg) obtidas pela suplementação de K^+ ou de Na^+ na ração, deprimiram o crescimento das aves. Provavelmente em função de que as concentrações de K^+ (1,21%) e Na^+ (0,60%) ultrapassaram a tolerância dos animais. O NRC (1994) sugere níveis de 0,30% de K^+ e 0,20% de Na^+ para frangos em todas as idades. ROSTAGNO et al. (2005), prescrevem 0,59% de K^+ e 0,22% de Na^+ para aves na fase inicial e 0,58% de K^+ e 0,20% de Na^+ para a fase de crescimento.

RONDÓN et al. (2000) realizaram dois experimentos com o objetivo de determinar as exigências de sódio (Na^+) e cloro (Cl^-) para frangos de corte Cobb na fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade) e o melhor balanço eletrolítico da ração. As rações consistiram em uma dieta basal isocalórica (3.100 Kcal de EM/Kg), isoprotéica (22% PB) e isoaminoacídica para metionina + cistina, isocálcica e isofosfórica, com níveis de 0,10; 0,15; 0,20 (controle); 0,25; 0,30; e 0,35% de Na^+ (Experimento 1) ou Cl^- (Experimento 2). No primeiro experimento, os autores observaram efeitos quadráticos dos níveis de Na^+ sobre o ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) dos animais. O GP foi melhor para o nível de 0,26% de Na^+ , entretanto a CA foi minimizada com 0,29% de Na^+ , recomendando-se o nível de 0,29% de Na^+ . Não foi observado efeito sobre o consumo de ração. No experimento 2, houve efeito quadrático dos níveis de Cl^- sobre as variáveis ganho de peso e conversão alimentar e efeito linear sobre o consumo de ração durante a primeira

semana de vida. Com base nas equações de regressão obtidas, obteve-se nível ótimo de Cl⁻ na ração estimado em 0,29% para GP e 0,28% para CA. Com relação ao BE, no primeiro experimento, os frangos apresentaram melhor desempenho (GP e CA), quando as rações apresentaram balanço eletrolítico de 304 e 319 mEq/kg. Entretanto, no segundo experimento, o melhor desempenho foi observado quando os animais consumiram rações contendo 250 ou 252 mEq/kg, concluindo que o melhor balanço eletrolítico da ração se encontra na faixa de 250 a 319 mEq/kg para frangos na fase pré-inicial.

OLIVEIRA et al. (2003) determinaram o efeito do balanço eletrolítico (205, 235, 265, 295 e 325 mEq/kg) da dieta e dos subprodutos avícolas (farinha de penas hidrolisadas e farinhas de vísceras) sobre o desempenho de frangos de corte Cobb-Vantress, de 1 a 21 dias. As rações foram formuladas de modo a serem isoprotéicas com 21,4 % de PB, isoaminoacídicas, isoenergéticas com 3.050 Kcal de EM/Kg. Os autores não observaram interações entre as farinhas e os balanços eletrolíticos utilizados, exceto para a conversão alimentar, sendo que o ponto de mínimo estimado foi para o nível de 292 mEq/Kg, independente do subproduto utilizado. A utilização da farinha de vísceras proporcionou melhor desempenho das aves no período inicial, quando comparado com a farinha de penas hidrolisadas. Os autores também observaram que o aumento do BE elevou a umidade da cama. Esse efeito pode ser atribuído ao aumento dos níveis de sódio das rações, através da inclusão de bicarbonato de sódio para se obter os BE estudados, uma vez que, altos níveis de sódio ocasionam aumentos significativos no consumo de água e, conseqüentemente, elevação da umidade das excretas e excreção de sódio.

BORGES et al. (2002b), realizaram um experimento com o objetivo de avaliar o efeito do balanço eletrolítico da ração sobre o desempenho de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade, durante o inverno. As rações foram formuladas à base de farelo de soja e milho, contendo 20% de proteína bruta e 3.200 Kcal EM/Kg. Os valores de balanço eletrolítico utilizados foram de 40, 140, 240 e 340 mEq/Kg de ração, obtidos pela inclusão de Na⁺ nas rações. A temperatura ambiente variou de 17 a 27°C durante o período experimental. Os autores observaram que dietas com 40 mEq/kg reduziram o consumo de ração e o ganho de peso, e dietas com 340 mEq/kg pioram a conversão alimentar. O ganho de peso e a conversão alimentar apresentaram resposta quadrática sendo os pontos de máximo e mínimo de 235 e 202 mEq/kg. O consumo de ração foi máximo com 264 mEq/kg, mostrando que o

desbalanço Na:Cl causado pelos altos teores de Na^+ e/ou relações eletrolíticas elevadas podem deprimir a ingestão. Os autores concluíram que o melhor BE para a fase de crescimento está entre 202 e 235 mEq/Kg.

BORGES et al. (2003a), conduziram um experimento para avaliar o efeito do balanço eletrolítico e da temperatura ambiente sobre o desempenho de frangos de corte da linhagem Ross, de 1 a 42 dias de idade. Os valores de balanço eletrolítico utilizados foram de 40, 140, 240 e 340 mEq/Kg de ração, sendo que as rações experimentais foram acrescidas de NaHCO_3 e NH_4Cl , ou KHCO_3 para obtenção dos diferentes balanços eletrolíticos. Os animais foram distribuídos em duas salas com controle de temperatura independente. Em uma sala a temperatura foi mantida dentro da termoneutralidade (25°C) e na outra a temperatura (33°C) excedeu a zona de conforto térmico dos animais. Os autores não observaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos na sala com a temperatura mais elevada. No entanto, na sala onde os animais foram mantidos em ambiente termoneuro, observou-se que o balanço eletrolítico de 240 mEq/Kg elevou o ganho de peso dos animais no período de 1 a 21 dias e de 1 a 42 dias. O consumo de ração foi maior nos tratamentos que continham balanço eletrolítico de 240 e 340 mEq/Kg durante o período inicial e 240 mEq/Kg durante todo o período experimental. Através de equação de regressão, os autores recomendaram o balanço eletrolítico de 240 mEq/Kg para a fase de 1 a 42 dias.

Em outro experimento, BORGES et al. (2003b) avaliaram o efeito do balanço eletrolítico sobre o desempenho de frangos de corte da linhagem Cobb, de 1 a 42 dias de idade, durante o verão. As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, acrescidas de NaHCO_3 , NH_4Cl ou KHCO_3 para obtenção dos balanços eletrolíticos de 0, 120, 240 e 360 mEq/Kg. A temperatura ambiente mínima foi de 23°C e a máxima de 31°C durante todo o período experimental. Os autores observaram efeito quadrático sobre o ganho de peso e conversão alimentar dos animais de 1 a 21 dias, recomendando-se balanços eletrolíticos de 186 e 197 mEq/Kg, respectivamente. Para a fase de crescimento (21 a 42 dias) o valor de balanço eletrolítico recomendado foi de 240 mEq/Kg.

De acordo com ADEKUNMISI et al. (1987), citados por UGIONI et al. (2004), a determinação do BE ótimo pode variar de acordo com o nível de proteína bruta (PB) da dieta, podendo ser diferente quando são utilizados aminoácidos sintéticos. Nesse sentido, BORGES et al. (2002a), conduziram dois experimentos para avaliar o

efeito da PB e do BE sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. No experimento I, foram utilizados frangos da linhagem Cobb, alimentados com rações contendo 21 e 23% de PB e BE de 166 e 260 mEq/Kg. No experimento II, foram utilizados frangos Avian Farms, alimentados com rações contendo 21 e 23% de PB e BE de 166, 260 e 360 mEq/Kg. Em ambos os experimentos não houve interação entre os níveis de PB e BE. Os níveis de 21 e 23% de PB não afetaram o desempenho das aves. No entanto houve efeito do BE sobre as variáveis analisadas, sendo que em dietas pré-iniciais e iniciais o melhor desempenho foi atingido com BE de 260 mEq/Kg.

UGIONI et al. (2004), também avaliaram os efeitos do balanço eletrolítico da dieta e dos níveis de proteína bruta sobre o desempenho de frangos de corte Cobb, durante a fase inicial. As dietas formuladas à base de milho e farelo de soja, continham níveis de BE de 220, 250, 280 e 310 mEq/Kg, obtidos pela inclusão de KCl, NaCl e NaHCO₃, com 17 e 19% de proteína bruta. Os autores não observaram interação entre os valores de BE e os níveis de PB da dieta. No entanto, observaram efeito do nível da PB sobre o desempenho das aves, sendo os melhores resultados obtidos com nível de 19% de PB. Não foi observado efeito do BE sobre os parâmetros estudados, recomendando-se o nível de 220 mEq/Kg.

VIEITES et al. (2005), desenvolveu um experimento para determinar o melhor valor de balanço eletrolítico em dois níveis de proteína bruta sobre o desempenho e rendimento de carcaça e cortes nobres de frangos de corte da linhagem Ross, de 1 a 42 dias de idade. Os frangos foram alimentados com duas rações basais, uma com 20 % e outra com 23% de PB à base de milho e de farelo de soja, combinadas com níveis de BE de 0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 350 mg/kg. Os autores observaram efeito quadrático dos diferentes balanços eletrolíticos sobre o ganho de peso e o consumo de ração dos animais para as duas seqüências protéicas estudadas. O nível ótimo de BE para o ganho de peso foi de 179 e 185 mEq/Kg, enquanto que para o consumo de ração, os valores foram de 193 e 192 mEq/Kg para os animais alimentados com rações contendo 20% e 23% de PB, respectivamente. Para o rendimento de carcaça e dos cortes nobres, os melhores valores de BE encontrados foram similares aos de desempenho, recomendando-se, portanto, um valor de BE na faixa de 179 a 190 mEq/kg como ótimo para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

1.2.3. EXIGÊNCIAS EM AMINOÁCIDOS SULFURADOS

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.

A metionina é o primeiro aminoácido limitante em rações a base de milho e farelo de soja para aves, participando da síntese protéica, sendo exigida para a biossíntese de muitas substâncias importantes envolvidas no crescimento, como creatina, carnitina, poliaminas, epinefrina, colina e melatonina (BAKER, 1994).

Segundo ALBINO et al. (1999), 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 nas rações. 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.

As fontes deste aminoácido encontradas em escala industrial hoje no mercado são: DL-Metionina e a metionina hidróxi análoga (MHA), que pode ser absorvida na forma de sal de cálcio (MHA-Ca) ou na forma de monômero, dímero ou oligômero de ácido (MHA-FA).

De acordo com PACK (1995), a necessidade de manutenção para metionina + cistina é muito mais alta do que a de lisina. Pois, a lisina tem maior participação na síntese protéica e os aminoácidos sulfurados (metionina + cistina) possuem papel relevante na síntese de proteínas da plumagem. No entanto, existem muitos trabalhos que comprovam a participação da metionina no bom desempenho e principalmente na deposição de proteína na carcaça. MORAN (1994) e CAREW (2003), mostraram que uma dieta deficiente em metionina reduz o ganho de peso, a eficiência alimentar e o teor de proteína na carcaça.

Nesse sentido, ANDRADE et al. (2002), avaliaram o desempenho de frangos de corte recebendo diferentes relações metionina + cistina: lisina (76, 69, 63 e 58%) na fase pré-inicial e observaram melhor ganho de peso, consumo de ração e

conversão alimentar nas aves que consumiram dietas contendo níveis de met+cis de 0,79%, correspondendo à relação met+cis:lis de 76%.

Também, OLIVEIRA NETO et al. (2000), avaliaram o efeito de diferentes níveis de metionina + cistina (0,756; 0,810; 0,866; 0,920 e 0,976%) sobre o desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias. O consumo de ração não foi influenciado pelos níveis de aminoácidos sulfurados. No entanto observaram melhora linear no ganho de peso e resposta quadrática até o nível de 0,898% de met+cis na conversão alimentar. Os autores recomendam nível de 0,898% de met+cis total correspondente ao de 0,810% de met+cis digestíveis para melhor desempenho das aves.

ATENCIO et al. (2004), avaliaram o efeito de diferentes relações metionina + cistina:lisina digestíveis (63, 67, 71, 75 e 79%) sobre o desempenho de frangos de corte machos Avian Farm, na fase de 1 a 21 dias. Os autores observaram efeito linear positivo para ganho de peso e efeito quadrático para conversão alimentar, sendo que a relação met+cis:lisina digestíveis recomendada para a fase foi de 70%. Os mesmos autores, avaliaram o efeito de diferentes relações metionina + cistina:lisina digestíveis (67, 71, 75, 79 e 83%) sobre o desempenho de frangos de na fase de 24 a 38 dias e, também observaram efeito quadrático para ganho de peso e conversão alimentar, sendo que a relação met+cis:lisina digestíveis estimada para a fase foi de 72%.

Em outro experimento OLIVEIRA NETO et al. (2005), concluíram que na fase de 1 a 21 dias de idade, frangos exigem 0,866% de met+cis total, correspondente a 0,790% de met+cis digestível e a uma relação de 72% com a lisina digestível, para melhor resposta de ganho de peso, e 0,898% de met+cis total, correspondente a 0,822% de met+cis digestível e a uma relação de 74% com a lisina digestível, para melhores resultados de conversão alimentar.

Também, SILVA JUNIOR et al. (2005), realizaram um experimento com o objetivo de determinar as exigências em metionina + cistina total para frangos de corte machos da linhagem comercial Ross nos períodos de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. Os autores observaram que os níveis de met+cis utilizados influenciaram de forma quadrática o ganho de peso e a conversão alimentar, estimando-se o nível de 0,96% para maior ganho de peso e 0,93% para melhor conversão alimentar das aves. Também observaram efeito dos níveis de aminoácidos sobre o ganho de peso e conversão alimentar na fase de crescimento, recomendando-se os níveis de 0,89%

e 0,90% para ganho de peso e conversão alimentar, respectivamente. Foi verificado que níveis abaixo destes, reduziram o ganho de peso das aves.

Como foi observado nos trabalhos acima, a resposta de um animal a um nutriente limitante, como a metionina, em geral segue uma resposta quadrática. Isso significa que o desempenho animal melhora com o aumento da suplementação dietética de metionina até que o potencial máximo de crescimento do animal, sob as condições de manejo a que está submetido, seja totalmente expresso e que maior adição de metionina não promove qualquer resposta adicional positiva no ganho de peso (AMARANTE JR et al., 2005).

O NRC (1994) recomenda valores de metionina + cistina total para frangos de corte de 0,90% para a fase de 1 a 21; 0,72% para 22 a 42; e 0,60% para 43 a 56 dias de idade, para dietas com 3.200 kcal de energia metabolizável. Entretanto, deve ser considerado que o frango utilizado antes de 1994 era geneticamente diferente do frango utilizado hoje.

ROSTAGNO et al. (2005) recomendam valores de metionina + cistina total de 0,90% (0,81% digestível) para a fase de 1 a 21 e 0,83% (0,74% digestível) para 22 a 42. E relações metionina+cistina:lisina digestíveis de 71% para a fase de 1 a 21 dias e 72% dos 21 dias até o abate.

Com relação ao rendimento de carcaça e partes, AMARANTE JR et al. (2005), observaram efeito dos níveis de metionina + cistina (0,664; 0,704; 0,744; 0,784; 0,824 e 0,864%) nas dietas sobre o rendimento de peito de frangos aos 42 dias. Os autores concluíram que é possível a utilização de um nível nutricional de 0,823% de met+cis total (0,739% de met+cis digestível) para o máximo desempenho e rendimento de peito em rações de frangos de corte.

MORAN (1994) e CAREW (2003) também citaram que uma dieta deficiente em metionina além de reduzir o ganho de peso, a eficiência alimentar e o teor de proteína na carcaça, estimulam o consumo de ração, contribuindo com energia adicional e, conseqüentemente, ocasionando acréscimo na deposição de gordura corporal.

O aumento na deposição de gordura foi também comprovada por RODRIGUEIRO et al. (2000), que realizaram um experimento com o objetivo de avaliar diferentes níveis de metionina + cistina total (0,63; 0,69; 0,75; 0,81; 0,87 e 0,93%) em dietas para frangos de corte Hubbard, de ambos os sexos, no período de 22 a 42 dias de idade. Os autores verificaram que o aumento dos níveis de met+cis

da ração apresentaram, no ganho de peso, efeito quadrático e linear, respectivamente para machos e fêmeas. Sendo recomendada a exigência de 0,789% de met+cis total para os machos e o mínimo de 0,930% para fêmeas. O consumo de ração foi influenciado de forma linear para ambos os sexos, diminuindo à medida que se elevou o nível de met+cis na ração. O rendimento de gordura abdominal foi menor nos machos, quando comparado ao das fêmeas, no entanto, efeito linear foi observado em ambos os sexos. Dessa forma, o maior nível de aminoácidos sulfurados 0,93% foi considerado melhor para menor deposição de gordura abdominal.

Steinruck et al. (1990); citados por 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.

EDMONDS e BAKER (1987), ao trabalharem com frangos de corte machos no período de 1 a 21 dias de idade, observaram que o excesso de 4% de metionina em ração à base de milho e farelo de soja reduziu o ganho de peso das aves. HAN e BAKER (1993), observaram diminuição no ganho de peso, consumo de ração e eficiência alimentar em frangos na fase inicial consumindo teores de metionina 4% acima do recomendado pelo NRC (1994). Da mesma forma ACAR et al. (2001), verificaram que o excesso de metionina na dieta (1,86%), reduziu o ganho de peso de frangos nas fases pré-inicial e inicial.

1.2.4 FORMULAÇÃO DE RAÇÕES BASEADA EM PROTEÍNA IDEAL E AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS

Durante muitos anos a formulação de rações para aves foi baseada no conceito de proteína bruta, que na maioria das vezes, fazia com que as dietas tivessem níveis de aminoácidos desbalanceados, resultando em deficiência ou excesso de vários destes (NONES, 2002). Os frangos não possuem alta exigência em proteína bruta, mas precisam de quantidade suficiente para reserva de nitrogênio e síntese de aminoácidos não essenciais. O excesso de aminoácidos na dieta não

contribui para melhorar o desempenho do animal, ou seja, não são utilizados eficientemente. Quando em excesso sofrem desaminação e o nitrogênio é excretado como ácido úrico pelas aves, sendo que esse processo reflete em gasto energético para o animal (CANCHERINI et al., 2004).

Com a disponibilidade econômica dos aminoácidos sintéticos, as dietas passaram a ser formuladas com níveis inferiores de proteína e com níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades do animal. A proposta de utilizar aminoácidos sintéticos visa a redução nos custos de produção, em função da redução do nível de proteína das dietas e um aumento na eficiência de utilização da proteína, visto que objetiva o máximo uso de aminoácidos para a síntese protéica e o mínimo como fonte de energia. Por último, visa também a redução dos efeitos negativos do excesso de nitrogênio excretado no aumento da poluição ambiental.

A Proteína Ideal é um conceito para otimizar a utilização da proteína da dieta (relação entre retenção e consumo de proteína) e minimizar a excreção de nitrogênio. Estabeleceu-se que é uma mistura de aminoácidos ou proteínas com completa disponibilidade na digestão e no metabolismo e cuja composição deve ser idêntica às exigências do animal. Todos os 20 aminoácidos devem estar presentes na dieta exatamente nos níveis exigidos para o máximo ganho em proteína e manutenção, e a relação entre eles deve ser preservada. Isso significa que nenhum aminoácido está em excesso em comparação com os outros. Como consequência, a retenção de proteína é máxima e a excreção de nitrogênio é mínima. Isso é possível através de uma adequada combinação de concentrados protéicos e aminoácidos sintéticos suplementados na dieta (LECLERCQ, 1998).

A proposta da proteína ideal é que cada aminoácido essencial seja expresso como relação ou percentagem de um aminoácido referência. Isto possibilita estimar rapidamente a exigência de todos os aminoácidos, quando a exigência do aminoácido referência estiver estabelecida. Esta proposta também permite manter uma proporção entre todos os aminoácidos da dieta.

Entre os aminoácidos essenciais, a lisina foi escolhida como o aminoácido referência pelas seguintes razões (PACK, 1995):

- É o primeiro aminoácido limitante para suínos e o segundo para aves (dietas a base de milho e farelo de soja);
- É de análise relativamente simples;

- Sua exigência é bastante conhecida;
- Existe muita informação sobre sua concentração e digestibilidade nos ingredientes;
- Sua suplementação é economicamente viável.

ARAÚJO et al. (2004), realizaram um experimento com o objetivo de avaliar o desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias, alimentados com dietas formuladas nos conceitos de proteína bruta e proteína ideal. As rações formuladas à base de milho e farelo de soja, continham 21% de PB e 3.150 Kcal de EM/Kg. As relações aminoácidos: lisina utilizadas na ração formulada no conceito de proteína ideal foram de 48% de metionina, 77% de met+cis e 60% de treonina. Os autores verificaram que as aves que foram alimentadas com a dieta formulada no conceito de proteína ideal apresentaram, ao final de 21 dias, maior ganho de peso e melhor conversão alimentar.

TOLEDO et al. (2004), realizaram dois experimentos com o objetivo de avaliar o desempenho e analisar a viabilidade econômica comparativa entre os dois conceitos protéicos, tanto para machos quanto para fêmeas de 1 a 42 dias de idade. Observou-se que para ganho de peso, os frangos machos e fêmeas, que receberam rações dentro do conceito de proteína ideal ganharam mais peso na fase inicial (1 a 21 dias), assim como no período total (1 a 42 dias) do experimento. Os autores concluíram que dietas à base de milho e farelo de soja, formuladas para atender às exigências de aminoácidos digestíveis, ou seja, pelo conceito de proteína ideal, proporcionam melhor desempenho biológico em relação àquelas formuladas pelo conceito de proteína bruta. As dietas formuladas por proteína ideal mesmo custando mais por unidade protéica, devido à agregação de aminoácidos sintéticos, promovem melhor eficiência produtiva, proporcionando maiores retornos econômicos.

Existem vários trabalhos ressaltando o uso do conceito de proteína ideal usando o perfil de aminoácidos totais, entretanto, as relações ideais de aminoácidos devem ser baseadas em aminoácidos digestíveis, pois a digestibilidade pode interferir nos perfis ideais. Este fato é importante em nutrição de aves, principalmente quando se utiliza alimentos alternativos com digestibilidade diferentes (BORGES, 2006a).

De acordo com MAIORKA (1998), existe uma grande variação na digestibilidade dos aminoácidos não somente entre alimentos mas também o mesmo alimento pode apresentar digestibilidade diferentes, o que acarreta uma dificuldade a mais. Segundo ARAÚJO (1998), estas diferenças na digestibilidade podem ser devido aos efeitos dos fatores anti-nutricionais presentes nos grãos, como também dos efeitos do calor durante o processamento do alimento. O autor também salientou que as fontes de aminoácidos sintéticos são facilmente absorvidas, estando completamente disponíveis para serem metabolizadas, sendo esta mais uma vantagem da utilização de aminoácidos industriais.

MAIORKA (1998), trabalhando com diferentes níveis de energia e forma física da ração formuladas com aminoácidos totais e digestíveis, constataram que frangos de corte alimentados com dietas formuladas com base em exigências de aminoácidos digestíveis apresentaram maior ganho de peso em relação às aves alimentadas com base em aminoácidos totais, não apresentando diferenças para consumo de ração e conversão alimentar.

ARAÚJO et al. (2004), realizaram um experimento para estudar a redução do nível protéico da dieta, através da formulação baseada em aminoácidos digestíveis, sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, da linhagem Cobb. Os quatro tratamentos consistiram em teores decrescentes de proteína bruta: 22%, 20% e 18%, cujas rações foram formuladas com base em aminoácidos digestíveis e um tratamento testemunha com 22% de PB e formulada com aminoácidos totais. Os autores observaram que as aves alimentadas com as dietas contendo 22% PB e formuladas com aminoácidos totais obtiveram, estatisticamente o mesmo ganho de peso e conversão alimentar que as aves que receberam dietas com 20% PB formuladas com aminoácidos digestíveis. Concluíram que é possível trabalhar com dietas contendo menor nível protéico (20% PB) sem afetar o desempenho das aves, quando a dieta for formulada com aminoácidos digestíveis.

DARI et al. (2005), desenvolveram dois experimentos para avaliar dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis e baixos teores de proteína bruta suplementadas com aminoácidos sintéticos. Os autores observaram que em ambos os experimentos, o ganho de peso das aves foi superior quando as dietas foram formuladas com base em aminoácidos digestíveis.

REFERÊNCIAS

- ACAR, N.; BARBATO, G.F.; PATTERSON, P.H. The effect of feeding excess methionine on live performance, carcass traits and ascitic mortality. **Poultry Science**, v.80, p.1585-1589, 2001.
- 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.
- AMARANTE JÚNIOR, V.S.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R.; NASCIMENTO, G.A.J.; BRANDÃO, P.A.; SILVA, J.H.V.; PEREIRA, W.E.; NUNES, R.V.; COSTA, J.S. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1195-1201, 2005.
- ANDRADE, M.L.; STRINGHINI, J.H.; XAVIER, S.A.G.; GONZÁLES, E.; LEANDRO, N.S.M.; CAFÉ, M.B. Níveis de metionina+cistina em rações pré-iniciais e seus efeitos no desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Suplemento 4, p. 41, 2002.
- ARAÚJO, L.F. Avaliação o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas com altos níveis de energia, metionina + cistina e lisina na fase final de criação. (**Dissertação – Mestrado em Zootecnia**). Jaboticabal – SP. Universidade Estadual Paulista, 1998.
- ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, C.S.S. Redução do nível protéico da dieta através da formulação baseada em aminoácidos digestíveis. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n 4, p.1197-1201, 2004.
- ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; VIEITES, F.M. Exigências de metionina + cistina para frangos de corte machos em diferentes fases de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1152-1166, 2004.
- 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.
- BORGES, C.A.Q. O Uso de proteína ideal para perus de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. **Anais...** Campinas:FACTA, p. 39-47, 2006a.
- 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.; ARIKI, J.; SANTIN, E.; FISCHER DA SILVA, A.V.; MAIORKA, A. Balanço eletrolítico em dieta pré-Incial de frangos de corte durante o verão. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.1, n.3, p.175-179, 1999.

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.; 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, 2002a.

BORGES, S.A.; FISCHER DA SILVA, A.V.; MAIORKA, A.; ARIKI, J. Balanço eletrolítico em dietas de crescimento para frangos de corte durante o inverno. In: 39^o Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Recife, PE. **Anais...** 2002b.

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.

BORGES, S.A. Aplicação do conceito de balanço eletrolítico para aves. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos. **Anais...** Campinas: Facta, p. 123-137, 2006b.

BUTCHER, G.D.; MILES JR., R.D. Origin of acids in animals. **Poultry Digest**. v.53, n.1, 1994.

CANCHERINI, L.C., JUNQUEIRA, O.M., ANDEREOTTI, M.O. Utilização de subprodutos de origem animal em dietas para frangos de corte com base no conceito de proteínas bruta e ideal, no período de 43 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2060-2065, 2004.

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.

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

DARI, R.L.; PENZ JR., A.M.; KESSLER, A.M.; JOST, H.C. Use of digestible amino acids and the concept of ideal protein in feed formulation for broilers. **Journal Applied Poultry Research**, v.14, p.195-203, 2005.

EDMONDS, M.S.; BAKER, D.H. Comparative effects of individual amino acid excesses when added to a corn-soybean meal diet: effects on growth and dietary choice in the chick. **Journal of Animal Science**, v.65, p.699-705, 1987.

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.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; MORAES, V. M. B.; MALHEIROS, R. D.; SECATO, E. R. Alterações hematológicas e gasométricas em diferentes linhagens de frangos de corte submetidos ao estresse calórico agudo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.1, n.1, p. 77-84, 1999.

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

HAN, Y.; BAKER, D.H. Effects of excess methionine or lysine for broilers fed a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, v.72, n.6, p.1070-1074, 1993.

LECLERCQ, B. XIV Curso de Especialización Avances en Nutrición Y Alimentación Animal. EL Concepto de Proteína Ideal Y el Uso de Aminoácidos Sintéticos: Estudio Comparativo entre Pollos y Cerdos. 1998.

Disponível em: www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/98CAPXI.pdf

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

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

MAIORKA, A. Efeito da Forma Física e do Nível de Energia da Ração em Dietas Formuladas com Base em Aminoácidos Totais e Digestíveis Sobre o Desempenho e a Composição de Carcaça de Frangos de Corte Machos dos 21 aos 42 dias de Idade. (**Dissertação – Mestrado em Zootecnia**). Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

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.

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

MORAN, E.T. JR. Response of broiler strains differing in body fat to inadequate methionine: live performance and processing yields. **Poultry Science**, v.73, p.1116-1126, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy, 155p, 1994.

NONES, K.; LIMA, G.J.M.M.; BELLAVAR, C.; RUTTZ, F. Efeito da formulação da dieta sobre a quantidade e a composição de dejetos de suínos em crescimento. In: Congresso de Veterinários Especialistas em Suínos, ABRAVES. **Anais...** Belo Horizonte, MG. P. 485-486, 1999.

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

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, R.A.; RESENDE, W.O. Níveis de metionina + cistina para pintos de corte mantidos em ambiente termoneutro. **Anais... XXXVII Reunião Anual da SBZ**, 24 a 27 de julho de 2000 – Viçosa - MG.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; CECON, P.R.; VIEIRA VAZ, R.G.M.; GASPARINO, E. Níveis de metionina + cistina para pintos de corte mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1956-1962, 2005.

PACK, M. Proteína ideal para frangos de corte. Conceito atual. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Curitiba. **Anais... Campinas:FACTA**, p. 95-110, 1995.

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

PATIENCE, J.F. Acid-Base Balance in Animal Nutrition. In: Continuing Education Conference, Coalinga, CA. **Anais... 1991**.

RODRIGUEIRO, R.J.B.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; POZZA, P.C.; NEME, R. Exigência de metionina + cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p. 507-517, 2000.

RONDÓN, E.O.O.; MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C.; GARCIA, J. Exigências nutricionais de sódio e cloro e estimativa do melhor balanço eletrolítico da ração para frangos de corte na fase pré-inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.4, p.1162-1166. 2000.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 186p, 2005.

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

SILVA JUNIOR, R.G.C.; LANA, G.R.Q.; RABELLO, C.B.V.; BARBOZA, W.A.; LANA, S.R.V. Exigências de metionina + cistina para frangos de corte machos de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade, em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 2399-2407, 2005.

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.; 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.

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.

TOLEDO, G.S.; LÓPEZ, J.; TABAJARA COSTA, P.; SOUZA, H. Aplicação dos conceitos de proteína bruta e proteína ideal sobre o desempenho de frangos de corte machos e fêmeas criados no inverno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1927-1931, 2004.

UGIONI, A.; FRANCO, J.R.G.; MURAKAMI, A.E.; SAKAMOTO, M.I.; SOUZA, L.M.G.; TAMEHIRO, C.Y. Efeito do balanço eletrolítico em dietas formuladas no conceito de proteína ideal sobre o desempenho de frangos de corte na fase inicial. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Suplemento 6, p. 73, 2004.

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

CAPÍTULO II

BALANÇO ELETROLÍTICO E RELAÇÕES AMINOÁCIDOS SULFURADOS E LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL

RESUMO

O experimento foi realizado para avaliar o efeito de diferentes relações metionina+cistina:lisina digestíveis e balanço eletrolítico da dieta sobre o desempenho de frangos de corte da linhagem comercial Ross, durante o período de 1 a 21 dias de idade. Foram utilizados 400 frangos machos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, adotando o esquema fatorial 2 X 4 (balanço eletrolítico de 205 e 250 mEq/Kg e relações metionina+cistina:lisina digestíveis de 66; 73; 80 e 87%), totalizando 8 tratamentos com 5 repetições, sendo a unidade experimental composta por 10 aves. Os frangos foram alojados em baterias, equipadas com comedouros e bebedouros do tipo calha, recebendo água e ração à vontade. As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, contendo 22% de proteína bruta e 3.050 Kcal EM/Kg. As dietas foram formuladas seguindo o conceito de proteína ideal e aminoácidos digestíveis. Não houve interação entre o balanço eletrolítico e as relações metionina+cistina:lisina digestíveis. Não foi observado efeito significativo dos dois valores de balanço eletrolítico sobre o desempenho dos animais. No entanto, observou-se efeito das diferentes relações metionina+cistina:lisina digestíveis sobre o ganho de peso no período de 1 a 7 dias e no período de 1 a 21 dias. A análise de regressão também mostrou efeito das relações de aminoácidos sulfurados e lisina digestíveis sobre o consumo de ração, recomendando-se a relação de 78% para obtenção do melhor desempenho para ambas as fases.

Palavras-chave: Aves. Bicarbonato de Sódio. Cloreto de Sódio. Eletrólitos.

ELECTROLYTIC BALANCE AND RELATIONS OF SULFUR AMINO ACIDS AND LYSINE DIGESTIBLE ON INITIAL PERIOD BROILERS

ABSTRACT

The experiment was carried out to evaluate the effect of different relations of methionine+cystine:lysine digestible and electrolytic balance of feed on 1-to-21-days-old-broilers performance. A total of 400 Ross male broilers were distributed in a randomized experimental design in an factorial 2 x 4 scheme (electrolytic balance of 205 and 250 mEq/Kg and relations methionine+cystine:lysine digestible of 66, 73, 80 and 87%), distributed in 8 treatments with 5 replications and 10 birds per experimental unit. Broilers were accomplished in batteries, with feed trough and drinking trough of metal. Feed and water were ad libidum fed to broilers. The experimental diets were based on corn and soybean meal, with 22% of crude protein and 3.050 Kcal ME/Kg. Diets were formulated with ideal protein concept and digestible amino acids. The results showed that there was no interaction between electrolytic balance and relations of methionine+cystine:lysine digestible. The electrolytic balance has no influence on the broilers performance. However, there was effect of different relations of methionine+cystine:lysine digestibles on weight gain in the period of 1-7 days old and 1-21 days old. The regression analyses showed effect of relations of sulfur amino acids and lysine digestible on feed intake, with better relation of 78% to get the better performance in both stages.

Key words: Broilers. Eletrolytes. Sodium Bicarbonate. Sodium Chloride.

2.1 INTRODUÇÃO

Os aminoácidos sulfurados são os primeiros limitantes nas rações à base de milho e farelo de soja utilizadas para frangos de corte.

Sabe-se que o desempenho das aves melhora com o aumento da suplementação dietética dos aminoácidos sulfurados metionina e cistina, até que o potencial máximo de crescimento do animal seja alcançado. No entanto, a metionina e a cistina, quando em excesso, são catabolizadas no organismo gerando radicais ácidos que podem interferir no equilíbrio ácido-básico do animal, ocasionando acidose metabólica. 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 dos organismos são profundamente influenciadas por pequenas alterações do pH sanguíneo (MACARI et al., 1994).

O balanço eletrolítico da dieta (BE), 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 BE 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, o potássio e o 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 BE da dieta, dado em mEq/kg. Através da adição de sais nas dietas, fontes de sódio, potássio ou cloro, pode-se adequar o BE da mesma, conforme a necessidade do animal.

Objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos de crescentes relações metionina+cistina:lisina digestíveis na dieta combinadas com dois valores de balanço eletrolítico, sobre o desempenho de frangos de corte nas fases pré-inicial e inicial.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 LOCAL

O experimento foi conduzido na sala de metabolismo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba (PR).

2.2.2 PERÍODO

O experimento teve início no dia 15 de dezembro de 2006 e encerrou no dia 06 de janeiro de 2007, quando as aves completaram 21 dias de idade.

2.2.3 ANIMAIS

Foram utilizados 400 frangos de corte machos, da linhagem comercial Ross, alojados do 1° ao 21° dia de idade.

As aves foram vacinadas contra Bouda Aviária, doença de Marek e doença de Gumboro.

2.2.4 INSTALAÇÕES E MANEJO

As aves foram alojadas em baterias metálicas com dimensões de 0,98 x 0,90 x 0,50 m (c x l x h), construídas em arame galvanizado, divididas em 4 andares e 2 gaiolas por andar, sendo cada gaiola equipada com um bebedouro e um comedouro tipo calha. Nos primeiros 3 dias de vida, a água foi fornecida em bebedouros tipo copo, específicos para pintinhos.

As rações dos comedouros foram mexidas 2 vezes ao dia (1 vez pela manhã e 1 vez à tarde) a fim de estimular o consumo pelas aves. A água dos bebedouros foi trocada diariamente. A ração e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

Para o aquecimento das aves foram utilizados postes posicionados entre as baterias, cada um contendo 4 lâmpadas elétricas de 100 e 150 W dispostas linearmente com distância de 30 cm entre elas. Nos 5 primeiros dias de idade dos animais, as lâmpadas permaneceram todas acesas durante as 24 horas do dia,

procurando-se manter a temperatura da sala constante em 32°C. A partir do 6° dia, algumas lâmpadas foram desligadas. No entanto, os frangos continuaram a receber fonte luminosa durante as 24 horas do dia.

A sala de metabolismo contém janelas cobertas por cortinas de plástico que foram retiradas conforme a necessidade de renovação do ar e para manter a temperatura ambiente adequada.

2.2.5 RAÇÕES EXPERIMENTAIS E TRATAMENTOS

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja, contendo 22% de proteína bruta e 3.050 kcal EM/kg.

As dietas foram formuladas seguindo o conceito de proteína ideal e aminoácidos digestíveis, sendo que a lisina digestível foi mantida constante em 1,25% em todas as dietas, oscilando-se os teores de metionina. Os demais aminoácidos também permaneceram constantes.

Nas rações, os níveis de Na⁺ e K⁺ foram os mesmos, oscilando-se somente o nível de Cl⁻ para obtenção dos valores de balanço eletrolítico desejados. Nas rações que continham balanço eletrolítico de 205 mEq/Kg não foram feitas adequações. No entanto, foi adicionado bicarbonato de sódio em substituição parcial ao cloreto de sódio para obtenção do balanço eletrolítico de 250 mEq/Kg conforme o tratamento.

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS

Ingredientes (%)	Relação met+cis:lis digestíveis				Relação met+cis:lis digestíveis			
	66%	73%	80%	87%	66%	73%	80%	87%
	BE 205 mEq/Kg				BE 250 mEq/Kg			
Milho	53,30	53,16	53,01	52,34	53,10	52,05	52,61	52,68
Farelo de Soja	38,41	38,44	34,64	38,49	38,13	38,86	38,49	38,58
Óleo Vegetal	3,98	4,00	4,26	4,40	4,40	4,66	4,40	4,16
Calcário	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
Fosfalcio	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77
Bicarbonato de Na	-	-	-	-	0,30	0,30	0,30	0,30
Sal	0,53	0,53	0,53	0,53	0,29	0,26	0,25	0,24
L-Treonina 98,5%	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
L-Lisina 78%	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
DL-Metionina 99%	0,20	0,29	0,38	0,46	0,20	0,29	0,38	0,46
Premix*	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Composição calculada								
EM Kcal/Kg	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050
Proteína Bruta (%)	22	22	22	22	22	22	22	22
Cálcio %	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Fósforo Disponível	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Na (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
K (%)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Cl (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,24	0,24	0,24	0,24
Balanço Eletrolítico	205	205	205	205	250	250	250	250
Lisina dig (%)	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Met+cis dig (%)	0,82	0,91	1,00	1,08	0,82	0,91	1,00	1,08
Metionina dig (%)	0,51	0,60	0,68	0,77	0,51	0,60	0,68	0,77
Rel Met+Cis:Lis dig	0,66	0,73	0,80	0,87	0,66	0,73	0,80	0,87
Rel Tre:Lis dig	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Rel Trp:Lis dig	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18

NOTA* Suplemento Vitamínico e Mineral por Kg do produto: 9.000.000 UI Vit. A; 2.500.000 UI Vit. D3; 20.000mg Vit. E; 2.500mg Vit. K3; 1.500mg Vit. B1; 6.000mg Vit. B2; 3.000mg Vit. B6; 12.000mcg Vit. B12; 1.250mg Ac. Fólico; 40.000mg Niacina; 12.000mg Ac. Pantotênico; 60.000mcg Biotina. 78.000mg Manganês; 50.100mg Ferro; 10.000mg Cobre; 55.000mg Zinco; 180mg Selênio; 700mg Iodo. 110g Nicarbazina; 8g Avilamicina; 15g Colistina; 360g Cloreto de Colina; 10g Violeta Genciana.

Tratamentos:

T1 – Dieta com balanço eletrolítico de 205 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 66%.

T2 - Dieta com balanço eletrolítico de 205 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 73%.

T3 – Dieta com balanço eletrolítico de 205 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 80%.

T4 – Dieta com balanço eletrolítico de 205 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 87%.

T5 – Dieta com balanço eletrolítico de 250 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 66%.

T6 – Dieta com balanço eletrolítico de 250 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 73%.

T7 – Dieta com balanço eletrolítico de 250 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 80%.

T8 – Dieta com balanço eletrolítico de 250 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 87%.

2.2.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, adotando o esquema fatorial 2 X 4 (Balanço Eletrolítico de 205 e 250 mEq/Kg X Relações Metionina+Cistina:Lisina Digestíveis de 66; 73; 80 e 87%), totalizando 8 tratamentos com 5 repetições, sendo a unidade experimental composta por 10 frangos.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com posterior uso de regressão polinomial para cada variável estudada em função das diferentes relações metionina+cistina:lisina digestíveis.

2.2.7 COLETA DE DADOS E PARÂMETROS AVALIADOS

Os dados de temperatura foram registrados diariamente às 8:00 horas, utilizando-se um termômetro de máxima e mínima, sendo que as médias obtidas durante o período experimental foram de 30,5°C e 22,8°C, respectivamente.

Foram realizadas pesagens das aves no 1°, 7° e 21°, assim como do fornecimento e das sobras das rações de cada unidade experimental, para o cálculo do ganho de peso médio, consumo médio de ração e conversão alimentar.

Os parâmetros de desempenho avaliados foram:

- Ganho de Peso Médio (GPM): Definido pela diferença das pesagens entre o 1°, 7° e 21° dia de idade das aves, considerando-se o peso de todas as aves da unidade experimental/n° de aves da unidade experimental.

- Consumo Médio de Ração (CR): Definido pela relação entre consumo de ração pelas aves da unidade experimental (obtido pela diferença entre a quantidade fornecida e a quantidade que sobrou na semana)/ n° ponderado de aves existentes na unidade experimental.

- Conversão Alimentar: Relação entre consumo médio de ração/ ganho de peso médio das aves.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.3.1 DESEMPENHO DOS FRANGOS DE 1 A 7 DIAS DE IDADE

Os resultados de desempenho dos frangos de 1 a 7 dias podem ser observados na Tabela 2. Não foi observada interação ($P \geq 0,10$) entre o balanço eletrolítico (BE) e as relações metionina+cistina:lisina digestíveis (met+cis:lis dig). Provavelmente, isto tenha ocorrido porque os dois valores de BE trabalhados estão próximos um do outro e mesmo que tenha havido um desequilíbrio ácido-básico no organismo dos animais em função dos níveis mais elevados de aminoácidos sulfurados, a proximidade dos valores de BE não permitiu a observação da sua influência no equilíbrio iônico e por consequência, no desempenho dos animais durante o período.

Da mesma forma não foi observado efeito ($P \geq 0,10$) do BE sobre as variáveis de desempenho estudadas. Este fato pode também ser explicado pela pequena amplitude existente entre os dois valores de BE utilizados no experimento. Apesar de ambos estarem acima do valor de 140 mEq/kg estimado por MAIORKA et al. (1998), estão dentro da faixa de 199 a 319, recomendada por BORGES et al. (1999) e RONDÓN et al. (2000).

Foi observado efeito significativo das diferentes relações met+cis:lis digestíveis ($P=0,0016$) sobre o ganho de peso dos frangos, sendo a melhor relação estimada pela equação de regressão ($Y = -266,2243 + 10,10429X + 0,06428571X^2$, $R^2 = 0,80$) em 78%. Este resultado está acima do resultado observado por GARCIA e BATAL (2005), que encontraram resposta quadrática das relações met+cis:lis digestíveis testadas sobre o ganho de peso, cuja melhor relação foi estimada em 75%. No entanto, está abaixo da relação recomendada por SKLAN e NOY (2003) que obtiveram melhores resultados de ganho de peso e conversão alimentar nos frangos alimentados com dietas contendo relações met+cis:lis digestíveis de 81%.

A variação de resultados entre os trabalhos pode estar relacionada às diferenças no nível de proteína e no perfil de aminoácidos das rações experimentais, entre outros fatores, como genética, sexo e ambiente.

A resposta de um animal a um nutriente limitante, como a metionina, em geral segue a lei dos retornos decrescentes. Isso significa que o desempenho animal melhora com o aumento da suplementação dietética de metionina até que o potencial máximo de crescimento do animal, sob as condições de manejo a que está submetido, seja totalmente expresso e que maior adição de metionina não promove qualquer resposta adicional positiva no desempenho (AMARANTE JR et al., 2005).

TABELA 2 - RELAÇÃO METIONINA+CISTINA:LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE 1 A 7 DIAS COM DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS

Met+Cis:Lis Digestíveis	BE mEq/Kg	Consumo Ração (g)	Ganho de Peso (g)	Conversão Alimentar
	205	155,79	127,09	1,222
	250	154,21	125,69	1,232
66%		154,12	119,62 b	1,257
73%		158,43	131,24 a	1,230
80%		155,59	127,83 a	1,218
87%		152,00	126,85 ab	1,203
Probabilidades				
BE		0,4002	0,4728	0,6577
MET+CIS:LIS		0,1397	0,0016	0,3571
BE*(MET+CIS:LIS)		0,4822	0,9442	0,6498
CV %		4,00	5,58	5,51

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

BE = Balanço Eletrolítico; MET+CIS:LIS = met+cis:lis digestíveis; BE*(MET+CIS:LIS) = interação entre BE e MET+CIS:LIS

CV = Coeficiente de Variação

O pior resultado para ganho de peso foi observado nas aves alimentadas com ração contendo níveis de aminoácidos sulfurados inferiores ao recomendado por ROSTAGNO (2005), provavelmente como consequência do desbalanço de aminoácidos, causado pela deficiência ou nível marginal de metionina. Como a metionina é o primeiro aminoácido limitante em dietas para frangos, sua deficiência pode fazer com que outros aminoácidos não sejam aproveitados e a síntese protéica seja prejudicada.

A análise de regressão revelou que a conversão alimentar e o consumo de ração apresentaram, respectivamente, efeito linear ($P \leq 0,05$) e quadrático ($P \leq 0,05$) para as diferentes relações met+cis:lis digestíveis.

Com o aumento da relação dos aminoácidos houve uma melhoria na conversão alimentar dos animais ($Y = 1,46785 - 30,77143X$, $R^2 = 0,85$). Este resultado concorda com ARAÚJO (1998) que citou que as exigências para se obter uma melhora na conversão alimentar, são maiores que as exigências para ganho de peso.

A relação de aminoácidos que proporcionou maior consumo de ração foi estimada em 75% ($Y = -67,36229 + 6,006669X - 0,04010204X^2$, $R^2 = 0,80$). Também foi observado que o nível mais elevado de aminoácidos sulfurados deprimiu o consumo de ração, e este fato concorda com HAN e BAKER (1993) que observaram que níveis elevados de aminoácidos sulfurados promovem efeito redutor no consumo de ração.

2.3.2 DESEMPENHO DOS FRANGOS DE 1 A 21 DIAS DE IDADE

Os resultados de desempenho dos frangos, no período de 1 a 21 dias estão apresentados na Tabela 3.

Assim como ocorreu na fase pré-inicial (1 a 7 dias), não foi observada interação ($P \geq 0,10$) entre o balanço eletrolítico (BE) e as diferentes relações met+cis:lis digestíveis sobre o desempenho dos frangos.

Também, não foi observado efeito ($P \geq 0,10$) do BE sobre os dados de desempenho estudados. Provavelmente esta resposta esteja associada ao fato de que todas as dietas já continham valores de BE dentro da faixa considerada ideal por BORGES et al. (2002) e BORGES (2003), que concluíram que o melhor valor de BE para a fase está entre 202 e 250 mEq/Kg.

Foi observado efeito das diferentes relações met+cis:lis digestíveis ($P \leq 0,0038$) sobre o ganho de peso dos frangos, sendo a melhor relação estimada em 78% ($Y = -209,3310 + 296,4290X - 1,888418X^2$, $R^2 = 0,99$). Constatou-se que a partir desta relação, não houve melhoria no ganho de peso, indicando que a exigência em aminoácidos sulfurados das aves para ganho de peso foi atendida.

A relação ideal de aminoácidos sulfurados e lisina foi o mesmo encontrado para a fase pré-inicial, indicando que as rações para as fases pré-inicial e inicial podem conter a mesma quantidade de aminoácidos.

TABELA 3 - RELAÇÃO METIONINA+CISTINA:LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE 1 A 21 DIAS COM DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS

Met+Cis:Lis Digestíveis	BE mEq/Kg	Consumo Ração (g)	Ganho de Peso (g)	Conversão Alimentar
	205	1268,41	944,35	1,343
	250	1261,89	938,92	1,344
66%		1253,32	924,60 b	1,356
73%		1276,53	947,98 a	1,347
80%		1270,72	953,80 a	1,332
87%		1260,00	940,16 ab	1,340
Probabilidades				
BE		0,4374	0,3238	0,9138
MET+CIS:LIS		0,2089	0,0038	0,3674
BE*MET		0,5695	0,4870	0,2750
CV %		3,58	4,29	5,23

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

BE = Balanço Eletrolítico; MET+CIS:LIS= metionina+cistina:lisina digestíveis; BE*(MET+CIS:LIS) = interação entre BE e MET

CV = Coeficiente de Variação

O resultado encontrado como a melhor relação de met+cis:lis digestíveis, neste estudo, está acima daquela recomendada por OLIVEIRA NETO et al. (2005) que realizaram um experimento para determinar a exigência de aminoácidos sulfurados (metionina + cistina) para pintos de corte Avian Farm de 1 a 21 dias de idade. Os autores concluíram que frangos mantidos em ambiente termoneuro, exigem 0,866% de met+cis total, correspondente a 0,790% de met+cis digestível e a uma relação de 72% com a lisina digestível, para melhor resposta de ganho de peso. Próxima à relação de 71% recomendada por ROSTAGNO et al. (2005).

Também ATENCIO et al. (2004), avaliaram o efeito de diferentes relações metionina + cistina:lisina digestíveis (63, 67, 71, 75 e 79%) sobre o desempenho de frangos de corte machos Avian Farm, na fase de 1 a 21 dias. Os autores observaram efeito linear positivo para ganho de peso e efeito quadrático para conversão alimentar, sendo que a relação met+cis:lisina digestíveis recomendada para a fase foi de 70%.

A conversão alimentar não foi afetada por nenhum dos tratamentos. O resultado discorda de OLIVEIRA NETO et al. (2005) e BAKER e HAN (1994) que observaram efeito quadrático positivo dos diferentes níveis de aminoácidos sulfurados sobre a conversão alimentar, recomendando relação met+cis:lis digestíveis de 75% e 72%, respectivamente.

A mortalidade no período total do experimento foi de 0,5%, não sendo influenciada por nenhuma das variáveis estudadas.

2.4 CONCLUSÕES

Na fase inicial pode-se utilizar balanço eletrolítico entre 205 e 250 mEq/Kg de ração.

A relação metionina+cistina:lisina digestíveis interfere no desempenho de frangos nas fases pré-inicial e inicial. De acordo com os resultados obtidos podemos recomendar a relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 78% para melhor desempenho zootécnico.

REFERÊNCIAS

AMARANTE JÚNIOR, V.S.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R.; NASCIMENTO, G.A.J.; BRANDÃO, P.A.; SILVA, J.H.V.; PEREIRA, W.E.; NUNES, R.V.; COSTA, J.S. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1195-1201, 2005.

ARAÚJO, L.F. Avaliação o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas com altos níveis de energia, metionina + cistina e lisina na fase final de criação. (**Dissertação – Mestrado em Zootecnia**). Jaboticabal – SP. Universidade Estadual Paulista, 1998.

ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; VIEITES, F.M. Exigências de metionina + cistina para frangos de corte machos em diferentes fases de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1152-1166, 2004.

BAKER, D.H.; HAN, Y. Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six weeks posthatching. **Poultry Science**, v.3, p.739-745, 1994.

BORGES, S.A.; ARIKI, J.; SANTIN, E.; FISCHER DA SILVA, A.V.; MAIORKA, A. Balanço eletrolítico em dieta pré-inal 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.; MAIORKA, A.; ARIKI, J. Balanço eletrolítico em dietas de crescimento para frangos de corte durante o inverno. In: 39º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Recife, PE. **Anais...** 2002.

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.

GARCIA, A., Batal, A.B. Changes in the digestible lysine and sulfur amino acid needs of broiler chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.84, p.1350-1355, 2005.

HAN, Y.; BAKER, D.H. Effects of excess methionine or lysine for broilers fed a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, v.72, n.6, p.1070-1074, 1993.

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

MAIORKA, A., MAGRO, N., BARTELS, H.A. et al. Efeito do nível de sódio e diferentes relações entre sódio potássio e cloro em dietas pré-iniciais no desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...** Botucatu, p.478-480. 1998.

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.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; CECON, P.R.; VIEIRA VAZ, R.G.M.; GASPARINO, E. Níveis de metionina + cistina para pintos de corte mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1956-1962, 2005.

RONDÓN, E.O.O.; MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C.; GARCIA, J. Exigências nutricionais de sódio e cloro e estimativa do melhor balanço eletrolítico da ração para frangos de corte na fase pré-inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.4, p.1162-1166. 2000.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 186p, 2005.

SKLAN, D., NOY, Y. Crude protein and essential amino acid requirements in chicks during the first week posthatch. **British Poultry Science**. V. 44; P. 266–274, 2003.

CAPÍTULO III

BALANÇO ELETROLÍTICO E RELAÇÕES AMINOÁCIDOS SULFURADOS E LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE CORTE DE 1 A 42 DIAS DE IDADE

RESUMO

O experimento foi realizado para avaliar o efeito de diferentes relações metionina+cistina:lisina digestíveis e balanço eletrolítico da dieta sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de 1 a 42 dias de idade. Foram utilizados 800 frangos machos, da linhagem comercial Ross, em delineamento inteiramente casualizado, adotando o esquema fatorial 2 X 4 (balanço eletrolítico de 205 e 240 mEq/Kg na fase inicial e 180 e 210 mEq/Kg na fase de crescimento com relações metionina+cistina:lisina digestíveis de 60; 70; 80 e 90% para ambas as fases), totalizando 8 tratamentos com 5 repetições de 20 aves cada. Houve interação entre o balanço eletrolítico da dieta e as relações metionina+cistina:lisina digestíveis para o ganho de peso e consumo de ração no período de 22 a 42 dias de idade, indicando que para altos níveis de aminoácidos sulfurados na dieta é necessário fazer a correção do BE da dieta. Na fase inicial pode-se utilizar balanço eletrolítico entre 205 e 240 mEq/Kg e recomenda-se relação de metionina+cistina:lisina digestíveis entre 72 e 75%. Na fase de crescimento é recomendado corrigir o balanço eletrolítico da ração para 210 mEq/Kg.

Palavras-chave: Aves. Bicarbonato de Sódio. Cloreto de Sódio. Eletrólitos.

ELECTROLYTIC BALANCE AND RELATIONS OF SULFUR AMINO ACIDS AND LYSINE DIGESTIBLE ON 1-TO-42-DAYS-OLD BROILERS PERFORMANCE

ABSTRACT

The experiment was carried out to evaluate the effect of different relations of methionine+cystine:lysine digestible and electrolytic balance of feed on 1-to-42-days-old-broilers performance and carcass yield. The total of 800 Ross male broilers were distributed in a randomized experimental design in an factorial 2 x 4 scheme (electrolytic balance of 205 and 240 mEq/Kg to starter period and 180 and 210 mEq/Kg to growth period, with relations methionine+cystine:lysine digestible of 60, 70, 80 and 90%), distributed in 8 treatments with 5 replications and 20 birds per experimental unit. Broilers were accomplished in a shet experimental, divided in boxes. Feed and water were ad libidum fed to broilers. The results showed that there was interaction between electrolytic balance and relations of methionine+cystine:lysine digestible on feed intake only in a period of 22 to 42 days old. To use the high levels of sulfur amino acids, it's better to use higher values of EB. The electrolytic balance has no influence on the broilers performance on any period. In the initial period we can to use EB between 205 and 240 mEq/Kg and recommend relation of methionine+cysine:lysine digestibles between 72 and 75%. In the period of 22 to 42 days it's recommended correct the EB to 210 mEq/Kg.

Key words: Broilers. Eletrolytes. Sodium Bicarbonate. Sodium Chloride.

3.1 INTRODUÇÃO

Os aminoácidos sulfurados são os primeiros limitantes nas rações à base de milho e farelo de soja utilizadas para frangos de corte. Sabe-se que o desempenho animal melhora com o aumento da suplementação dietética de metionina e cistina, até que o potencial máximo de crescimento do animal seja alcançado. No entanto, a metionina e a cistina, quando em excesso, são catabolizadas no organismo, gerando radicais ácidos que podem interferir no equilíbrio ácido-básico do animal, podendo ocasionar acidose. 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 dos organismos são profundamente influenciadas por pequenas alterações do pH sanguíneo (MACARI et al., 1994).

O balanço eletrolítico da dieta (BE), 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 BE 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, o potássio e o 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 BE da dieta, dado em mEq/kg. Através da adição de sais nas dietas, fontes de sódio, potássio ou cloro, pode-se adequar o BE da mesma, conforme a necessidade do animal.

Objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos de crescentes relações metionina+cistina:lisina digestíveis na dieta combinados com dois valores de balanço eletrolítico, sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 LOCAL

O experimento foi conduzido no galpão experimental da fazenda Cangüiri, pertencente à Universidade Federal do Paraná, em Pinhais (PR).

Os aminogramas dos ingredientes das rações foram realizados pelo laboratório CEAN da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS).

3.2.2 PERÍODO

O experimento teve início no dia 10 de março de 2007 e encerrou no dia 21 de abril de 2007, quando as aves completaram 42 dias de idade.

3.2.3 ANIMAIS

Foram utilizados 800 frangos de corte machos da linhagem comercial Ross, alojados do 1° ao 42° dia de idade, adquiridos da empresa Da Granja Agroindustrial, sediada no município da Lapa, PR.

As aves foram vacinadas contra Boubá Aviária, doença de Marek e doença de Gumboro.

3.2.4 INSTALAÇÕES E MANEJO

As aves foram alojadas em galpão convencional de alvenaria, forrado com cama de maravalha, contendo pé direito de 3 m, cobertura com telha de cimento amianto, piso de concreto, tela de arame malha 2,3 cm, mureta de alvenaria de 60 cm e laterais protegidas por cortinas de plástico amarelas, com sistema móvel de catraca para sua movimentação no controle da temperatura interna. O galpão é dividido em boxes de 1,45 m x 1,50 m, equipados com comedouros do tipo tubular e bebedouros do tipo pendular.

A cama de maravalha foi reaproveitada de frangos de 42 dias, depois de um manejo de retirada de cascão e penas. Os boxes somente receberam maravalha

nova na área do semi-círculo de proteção. No 21º dia, a cama de maravalha foi revolvida.

Para o aquecimento dos animais nos primeiros 10 dias, utilizou-se em todos os boxes, uma campânula equipada com lâmpada elétrica de 100 W. Após este período, as campânulas foram desligadas e a temperatura ambiente foi regulada através do manejo das cortinas.

A ração e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. Os comedouros foram mexidos 2 vezes ao dia (1 vez pela manhã e 1 vez à tarde) a fim de estimular o consumo pelas aves. Os bebedouros foram lavados diariamente.

3.2.5 RAÇÕES EXPERIMENTAIS E TRATAMENTOS

A composição das rações experimentais pode ser observada nas Tabelas 4 e 5. As dietas foram formuladas à base de milho e farelo de soja, seguindo o conceito de proteína ideal e aminoácidos digestíveis, sendo que a lisina digestível foi mantida constante em 1,15% e 1,03% nas fases inicial e crescimento, respectivamente. Os demais aminoácidos também permaneceram constantes, oscilando-se somente os teores de metionina nas dietas.

A composição em aminoácidos do milho e do farelo de soja foi ajustada em função dos resultados do aminograma (Quadro 1) feito nos ingredientes antes do início do experimento.

Foi utilizada a metionina hidróxi análoga (MHA), como fonte de metionina. Este análogo está disponível na forma líquida com concentração de 83%. Neste caso, na formulação das dietas levou-se em consideração a concentração da MHA, para ajustar o teor de metionina na dieta. A diferença química entre a DL metionina e a MHA, é que esta última possui um grupamento hidroxila (OH) no lugar do grupamento amina (NH₂), localizado no carbono alfa da molécula. Como a MHA não contém o grupamento amina, não é considerada aminoácido, e sim, fonte de aminoácido, já que é convertida em metionina no organismo.

Nas rações, os níveis de Na⁺ e K⁺ foram os mesmos, oscilando-se os níveis de Cl⁻ para obtenção dos valores de balanço eletrolítico desejados. Nas dietas que continham balanço eletrolítico menor não foram feitas adequações. No entanto, foi

adicionado bicarbonato de sódio em substituição parcial ao cloreto de sódio para obtenção do balanço eletrolítico mais elevado.

TABELA 4 – COMPOSIÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS – FASE INICIAL

Ingredientes (%)	Relação met+cis:lis digestíveis				Relação met+cis:lis digestíveis			
	60%	70%	80%	90%	60%	70%	80%	90%
	BE 205 mEq/Kg				BE 240 mEq/Kg			
Milho	53,48	53,28	53,10	52,91	53,35	53,18	52,99	52,77
Farelo de Soja	38,39	38,45	38,48	38,88	38,40	38,43	38,47	38,54
Óleo Vegetal	3,90	3,89	3,89	3,89	3,95	3,94	3,94	3,94
Calcário	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Foscalcio	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77
Bicarbonato de Na	-	-	-	-	0,27	0,27	0,27	0,27
Sal	0,52	0,52	0,52	0,52	0,32	0,32	0,32	0,32
L-Treonina 98,5%	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
L-Lisina 78%	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Metionina Líquida 83%	0,18	0,33	0,48	0,63	0,18	0,33	0,48	0,63
Premix*	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Composição calculada								
EM Kcal/Kg	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050
Proteína Bruta (%)	22	22	22	22	22	22	22	22
Cálcio %	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Fósforo Disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Na (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
K (%)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Cl (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,28	0,28	0,28	0,28
Balanço Eletrolítico	205	205	205	205	240	240	240	240
Lisina dig (%)	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Met+cis dig (%)	0,69	0,81	0,93	1,04	0,69	0,81	0,93	1,04
Metionina dig (%)	0,46	0,58	0,71	0,84	0,46	0,58	0,71	0,84
Rel Met+Cis:Lis dig	0,60	0,70	0,80	0,90	0,60	0,70	0,80	0,90
Rel Tre:Lis dig	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Rel Trp:Lis dig	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19

NOTA* Suplemento Vitamínico e Mineral – Garantia por Kg do produto: Vitamina A 2.250.000 UI; Vitamina D3 600.000 UI; Vitamina E 5.000 mg; Vitamina K3 625 mg; Vitamina B1 375 mg; Vitamina B2 1.500 mg; Vitamina B12 3.000 mcg; Ac. Fólico 315 mg; Niacina 10.000 mg; Ac. Pantotênico 3.000 mg; Biotina 20.000 mcg; Manganês 19.500 mg; Ferro 12.520 mg; Cobre 2.500 mg; Zinco 13.750 mg; Selênio 45 mg; Iodo 175 mg; Nicarbazina 27,5 g; Avilamicina 2 g; Colistina 3,8 g; Cloreto de Colina 90 g; Violeta Genciana 2,5 g.

QUADRO 1 – RESULTADO DO AMINOGRAMA DO MILHO E FARELO DE SOJA

	PB	Aminoácidos	Lis	Met	Cis	Tre	Tri	Val	Isol	Leu	Fe	His	Arg
Milho	6,8	total	0,22	0,16	0,17	0,26	0,05	0,36	0,25	0,90	0,34	0,21	0,37
		digestível	0,19	0,15	0,14	0,22	0,04	0,31	0,23	0,88	0,32	0,20	0,34
Soja	45	Total	2,68	0,55	0,69	1,74	0,64	2,29	2,14	3,22	2,29	1,15	2,99
		digestível	2,31	0,46	0,51	1,36	0,54	1,77	1,87	2,69	1,96	1,00	2,67

PB = Proteína Bruta; Lis = Lisina; Met = Metionina; Cis = Cistina; Tre = Treonina; Tri = Triptofano; Val = Valina; Isol = Isoleucina; Leu = Leucina; Fe = Fenilalanina; His = Histidina; Arg = Arginina

TABELA 5 – COMPOSIÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS – FASE CRESCIMENTO

Ingredientes (%)	Relação met+cis:lis digestíveis				Relação met+cis:lis digestíveis			
	60%	70%	80%	90%	60%	70%	80%	90%
	BE 180 mEq/Kg				BE 210 mEq/Kg			
Milho	57,96	57,78	57,63	57,46	57,84	57,69	57,52	57,35
Farelo de Soja	32,49	32,54	32,55	32,64	32,51	32,54	32,57	32,60
Óleo Vegetal	5,42	5,42	5,42	5,42	5,47	5,46	5,46	5,46
Calcário	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Foscalcio	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71
Bicarbonato de Na	-	-	-	-	0,23	0,23	0,23	0,23
Sal	0,48	0,48	0,48	0,48	0,30	0,30	0,30	0,30
L-Treonina 98,5%	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
L-Lisina 78%	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Metionina Líquida 83%	0,15	0,28	0,42	0,56	0,15	0,28	0,42	0,56
Premix*	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Composição calculada								
EM Kcal/Kg	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Proteína Bruta (%)	20	20	20	20	20	20	20	20
Cálcio %	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Fósforo Disponível (%)	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Na (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
K (%)	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Cl (%)	0,37	0,37	0,37	0,37	0,27	0,27	0,27	0,27
Balanço Eletrolítico	180	180	180	180	210	210	210	210
Lisina dig (%)	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Met+cis dig (%)	0,61	0,72	0,83	0,93	0,61	0,72	0,83	0,94
Metionina dig (%)	0,41	0,52	0,63	0,74	0,41	0,52	0,63	0,74
Rel Met+Cis:Lis dig	0,60	0,70	0,80	0,90	0,60	0,70	0,80	0,90
Rel Tre:Lis dig	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Rel Trp:Lis dig	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19

NOTA* Suplemento Mineral e Vitamínico – Garantia por kg de produto: Mineral: Ferro 35.000 mg, Cobre 50.000 mg, Manganês 35.000 mg, Zinco 30.000 mg, Iodo 600 mg, Selênio 90 mg, Vit.A 2.300.000 UI, Vit D₃ 400.000 UI, Vit E 1.800 mg, Vit K₃ 300 mg, Vit B₁ 150 mg, Vit B₂ 1.400 mg, Vit B₁₂ 3.500 mcg, Ácido Pantotênico 2.000 mg, Ácido Nicotínico 7.000 mg, Piridoxina 250 mg, Ácido Fólico 150 mg, Biotina 20 mg, Colina 125 g, Anticoccidiano 125 g, Promotor 30 g, Antioxidante 20 g.

Tratamentos - Fase Inicial:

T1 – Dieta com balanço eletrolítico de 205 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 60%.

T2 - Dieta com balanço eletrolítico de 205 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 70%.

T3 – Dieta com balanço eletrolítico de 205 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 80%.

T4 – Dieta com balanço eletrolítico de 205 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 90%.

T5 – Dieta com balanço eletrolítico de 240 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 60%.

T6 – Dieta com balanço eletrolítico de 240 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 70%.

T7 – Dieta com balanço eletrolítico de 240 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 80%.

T8 – Dieta com balanço eletrolítico de 240 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 90%.

Tratamentos - Fase Crescimento:

T1 – Dieta com balanço eletrolítico de 180 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 60%.

T2 - Dieta com balanço eletrolítico de 180 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 70%.

T3 – Dieta com balanço eletrolítico de 180 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 80%.

T4 – Dieta com balanço eletrolítico de 180 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 90%.

T5 – Dieta com balanço eletrolítico de 210 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 60%.

T6 – Dieta com balanço eletrolítico de 210 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 70%.

T7 – Dieta com balanço eletrolítico de 210 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 80%.

T8 – Dieta com balanço eletrolítico de 210 mEq/Kg e relação metionina+cistina:lisina digestíveis de 90%.

3.2.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, adotando o esquema fatorial 2 X 4 [Balanço Eletrolítico de 205 e 240 mEq/Kg (fase inicial) e 180 e 210 mEq/Kg (fase de crescimento) X Relações Metionina+Cistina:Lisina

Digestíveis de 60; 70; 80 e 90%], totalizando 8 tratamentos com 5 repetições, sendo a unidade experimental composta por 20 frangos.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com posterior uso de regressão polinomial para cada variável estudada em função das diferentes relações metionina+cistina:lisina digestíveis.

3.2.7 PARÂMETROS AVALIADOS E COLETA DE DADOS

Os dados de temperatura foram registrados diariamente às 8:00 horas, utilizando-se um termômetro de máxima e mínima, e as médias obtidas durante o período experimental foram de 29,5°C e 18,2°C, respectivamente.

Foram realizadas no 1°, 7°, 21° e 42° dia, pesagens das aves, do fornecimento de ração e das sobras das rações de cada unidade experimental, para o cálculo do ganho de peso médio, consumo médio de ração e conversão alimentar.

Ao término do período experimental (42 dias de idade), após um período de jejum de 6 horas, foi abatida por deslocamento cervical 1 ave por repetição, para cálculo de rendimento de carcaça e partes.

As aves abatidas foram pesadas, depenadas, evisceradas e pesadas novamente para obtenção do peso de carcaça (incluindo cabeça e pés). Foram pesadas as carcaças sem pés, cabeça e pescoço 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 foi efetuado o cálculo dos rendimentos em relação ao peso da carcaça eviscerada, sangrada e depenada.

Os parâmetros de desempenho avaliados foram:

- Ganho de Peso Médio (GP): Definido pela diferença das pesagens entre o 1°, 7°, 21° e 42° dia de idade das aves, considerando-se o peso de todas as aves da unidade experimental/n° de aves da unidade experimental.

- 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)/ n° ponderado de aves existentes na unidade experimental.

- Conversão Alimentar: Relação do consumo médio de ração/ ganho de peso médio das aves.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.3.1 DESEMPENHO DOS FRANGOS DE CORTE DE 1 A 7 DIAS DE IDADE

Os resultados de desempenho dos frangos de 1 a 7 dias de idade podem ser observados na Tabela 6.

Não houve interação ($P>0,05$) entre o balanço eletrolítico (BE) e as relações metionina+cistina:lisina digestíveis. Provavelmente, isto tenha ocorrido porque os dois valores de BE trabalhados estão próximos um do outro e mesmo que tenha havido um desequilíbrio ácido-básico no organismo dos animais em função dos níveis mais elevados de aminoácidos sulfurados, a proximidade dos valores de BE não permitiu a observação da sua influência no equilíbrio iônico e por consequência, no desempenho dos animais durante o período.

Da mesma forma não se observou efeito do balanço eletrolítico sobre os dados de desempenho. Este fato pode ser explicado pela pequena diferença existente entre os dois valores de BE utilizados no experimento. Apesar de ambos estarem acima do valor de 140 mEq/kg estimado por MAIORKA et al. (1998), estão dentro da faixa de 199 a 319 recomendada por BORGES et al. (1999) e RONDÓN et al. (2000).

Foi observado efeito das relações metionina+cistina:lisina digestíveis ($P=0,0138$) sobre o ganho de peso dos frangos, sendo a melhor relação estimada pela equação de regressão ($Y = 0,0533 + 0,001539X - 0,0000105X^2$, $R^2 = 0,86$) em 73%. Este resultado está próximo do resultado observado por GARCIA e BATAL (2005), que encontraram resposta quadrática significativa das relações met+cis:lis digestíveis sobre o ganho de peso de frangos, cuja relação recomendada foi de 75%. Já SKLAN e NOY (2003) obtiveram melhores resultados de ganho de peso e conversão alimentar nos frangos alimentados com dietas contendo relações met+cis:lis digestíveis de 81%.

A resposta de um animal a um nutriente limitante, como a metionina, em geral segue a lei dos retornos decrescentes. Isso significa que o desempenho animal

melhora com o aumento da suplementação dietética de metionina até que o potencial máximo de crescimento do animal, sob as condições de manejo a que está submetido, seja totalmente expresso e que maior adição de metionina não promove qualquer resposta adicional positiva no desempenho (AMARANTE JR et al., 2005).

TABELA 6 - RELAÇÃO METIONINA+CISTINA:LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE 1 A 7 DIAS COM DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS

Met+Cis:Lis Digestíveis	BE mEq/Kg	Consumo Ração (g)	Ganho de Peso (g)	Conversão Alimentar
	205	115,1	107,9	1,067
	240	114,5	108,4	1,055
60%		117,0	108,2 ab	1,079
70%		114,3	107,7 ab	1,061
80%		114,6	110,2 a	1,038
90%		113,2	106,3 b	1,067
Probabilidades				
BE		0,6938	0,5699	0,3688
MET+CIS:LIS		0,4335	0,0138	0,1560
BE*MET+CIS:LIS		0,4049	0,6819	0,3123
CV %		4,483	2,578	3,906

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

BE = Balanço Eletrolítico; MET+CIS:LIS = met+cis:lis digestíveis; BE*MET+CIS:LIS = interação entre BE e MET+CIS:LIS

CV = Coeficiente de Variação

O pior ganho de peso foi observado quando os frangos se alimentaram de rações contendo relação met+cis:lis digestíveis de 90%. Este resultado concorda com HAN e BAKER (1993), que observaram diminuição no ganho de peso, consumo de ração e eficiência alimentar em frangos na fase inicial consumindo teores de metionina 4% acima do recomendado pelo NRC. Da mesma forma ACAR et al. (2001), verificaram que o excesso de metionina na dieta (1,86%), reduziu o ganho de peso de frangos na fase pré-inicial e inicial.

Não houve efeito do BE sobre a conversão alimentar mas, foi observado efeito das relações metionina+cistina:lisina digestíveis ($P < 0,05$) sobre a conversão alimentar em frangos recebendo dietas com 205 mEq/kg, sendo a melhor relação estimada pela equação de regressão ($Y = 2,164 - 0,02996X + 0,0002X^2$, $R^2 = 0,99$) em 75%.

3.3.2 DESEMPENHO DOS FRANGOS DE CORTE DE 1 A 21 DIAS DE IDADE

Os resultados de desempenho dos frangos no período de 1 a 21 dias de idade podem ser observados na Tabela 7.

Assim como ocorreu na fase pré-inicial (1 a 7 dias), não foi observada interação ($p > 0,05$) entre o BE e as relações met+cis:lis digestíveis sobre o desempenho dos frangos. Também não foi observado efeito ($p > 0,05$) do BE sobre os dados de desempenho estudados. Provavelmente esta resposta esteja associada ao fato de que todas as dietas já continham valores de BE dentro da faixa considerada ideal por BORGES et al. (2002) e BORGES et al. (2003), que concluíram que o melhor valor de BE para a fase está entre 202 e 250 mEq/Kg.

TABELA 7 - RELAÇÃO METIONINA+CISTINA:LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE 1 A 21 DIAS COM DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS

Met+Cis:Lis Digestíveis	BE mEq/Kg	Consumo Ração (g)	Ganho de Peso (g)	Conversão Alimentar
	205	1056,7	839,2	1,260
	240	1048,8	841,0	1,248
60%		1053,7	825,3 b	1,277
70%		1047,6	840,5 ab	1,248
80%		1057,6	858,2 a	1,232
90%		1052,0	836,2 ab	1,258
Probabilidades				
BE		0,5746	0,8135	0,5453
MET+CIS:LIS		0,9644	0,0299	0,4543
BE*MET+CIS:LIS		0,9936	0,6855	0,9089
CV %		3,791	2,963	4,723

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

BE = Balanço Eletrolítico; MET+CIS:LIS = met+cis:lis digestíveis; BE*MET+CIS:LIS = interação entre BE e MET+CIS:LIS

CV = Coeficiente de Variação

As relações de metionina + cistina:lisina digestíveis influenciaram de forma quadrática ($p = 0,0299$) o ganho de peso, estimando-se pela equação de regressão ($Y = 0,2895250 + 0,0144905X - 0,00009325X^2$, $R^2 = 0,84$) a relação de 72%. Este valor está próximo daquele encontrado por ROSTAGNO (2005), que recomendou a relação de 71% para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. O resultado é semelhante ao obtido por OLIVEIRA NETO et al. (2005), que desenvolveram estudo para determinar a exigência de aminoácidos sulfurados (metionina + cistina) para pintos de corte Avian Farm de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente

termoneutro. Foram utilizadas as relações met+cis:lis digestíveis 62, 67, 72, 77 e 82%. Os autores concluíram que na fase de 1 a 21 dias de idade, necessitam 0,866% de met+cis total, correspondente a 0,790% de met+cis digestível e a uma relação de 72% com a lisina digestível, para melhor resposta de ganho de peso.

Também ATENCIO et al. (2004), avaliaram o efeito de diferentes relações metionina + cistina:lisina digestíveis (63, 67, 71, 75 e 79%) sobre o desempenho de frangos de corte machos, na fase de 1 a 21 dias. Os autores observaram efeito linear positivo para ganho de peso e efeito quadrático para conversão alimentar, sendo que a relação met+cis:lisina digestíveis recomendada para a fase foi de 70%.

Observa-se que a relação met+cis:lis digestíveis de 60% foi a que proporcionou piora no ganho de peso dos animais, mostrando que para essa relação há deficiência em aminoácidos sulfurados. É importante salientar que, quando o frango de corte ingere uma dieta deficiente em metionina + cistina, a síntese protéica torna-se limitada, resultando em ineficiente utilização dos demais aminoácidos (BAKER, 1991).

A variação observada no ganho de peso das aves ocorreu de forma independente ao consumo de ração, que não se alterou ($p > 0,05$) em função dos níveis de met+cis:lis digestíveis avaliados. Este resultado concorda com OLIVEIRA NETO et al. (2000), que avaliaram o efeito de diferentes níveis de metionina + cistina (0,756; 0,810; 0,866; 0,920 e 0,976%) sobre o desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias e observaram que o consumo de ração não foi influenciado pelos níveis de aminoácidos sulfurados utilizados, mesmo que tenha sido observada melhora no ganho de peso dos animais.

Ambos os resultados discordam do relato de SCHUTTE e PACK (1995), que afirmaram que as aves possuem a capacidade de compensar o consumo marginal de metionina, aumentando o consumo de ração para atender sua exigência, indicando que a metionina pode regular o consumo de frangos de corte. Entretanto, esse efeito da metionina sobre a regulação do consumo de ração não foi observado neste estudo.

As relações met+cis:lis digestíveis não influenciaram ($p > 0,05$) a conversão alimentar. O resultado discorda de OLIVEIRA NETO et al. (2005) e BAKER e HAN (1994) que observaram efeito quadrático positivo dos diferentes níveis de aminoácidos sulfurados sobre a conversão alimentar, recomendando relação met+cis:lis digestíveis de 75% e 72%, respectivamente.

3.3.3 DESEMPENHO DOS FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE

Os resultados de desempenho dos frangos durante o período de crescimento (22 a 42 dias de idade) podem ser observados na Tabela 8.

Observou-se interação entre o balanço eletrolítico da dieta e as diferentes relações met+cis:lis digestíveis para o consumo de ração ($P < 0,0269$), cujo desdobramento pode ser observado na Tabela 9.

TABELA 8 - RELAÇÃO METIONINA+CISTINA:LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE 22 A 42 DIAS COM DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS

Met+Cis:Lis Digestíveis	BE mEq/Kg	Consumo Ração (g)	Ganho de Peso (g)	Conversão Alimentar
	180	3580,1	1975,0	1,813
	210	3558,0	1996,9	1,782
60%		3627,0	1972,2	1,840 b
70%		3551,5	1965,5	1,807 ab
80%		3586,9	2007,7	1,788 ab
90%		3511,0	1998,4	1,757 a
Probabilidades				
BE		0,4703	0,0771	0,1066
MET+CIS:LIS		0,0635	0,0520	0,0274
BE*MET+CIS:LIS		0,0269	0,0096	0,6456
CV %		2,68	2,24	3,28

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

BE = Balanço Eletrolítico; MET+CIS:LIS = met+cis:lis digestíveis; BE*MET+CIS:LIS = interação entre BE e MET+CIS:LIS

CV = Coeficiente de Variação

O desdobramento da interação para consumo de ração mostra que para o balanço eletrolítico de 180 mEq, não houve diferença entre as relações met+cis:lis digestíveis utilizadas. Este resultado discorda de RODRIGUEIRO et al. (2000), que citaram que o consumo pelas aves é influenciado, dentre outros fatores, pelos níveis de aminoácidos essenciais da ração. SCHUTTE e PACK (1995) também afirmaram que as aves possuem a capacidade de compensar o consumo marginal de aminoácidos sulfurados, aumentando o consumo de ração para atender sua exigência. No entanto, pode-se observar um efeito diferente das relações met+cis:lis digestíveis quando o valor do BE aumentou para 210 mEq. O consumo de ração diminuiu em função do aumento dos níveis de aminoácidos sulfurados. Neste caso, a menor relação ou o menor teor de aminoácidos sulfurados na dieta provocou o

maior consumo de ração, o que era esperado visto que, os animais tendem a corrigir a menor concentração de nutrientes pela maior ingestão de ração.

TABELA 9 – DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO BE*MET PARA CONSUMO RAÇÃO (Kg)

BE	Relações Met+Cis:Lisina Digestíveis (%)			
	60	70	80	90
180	3571,6 Aa	3536,9 Aa	3620,2 Aa	3579,2 Aa
210	3682,4 Aa	3566,3 Aa	3540,7 ABa	3442,8 Bb

Letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) (maiúsculas na linha e minúsculas na coluna)

Observou-se interação entre o balanço eletrolítico da dieta e as diferentes relações met+cis:lis digestíveis para o ganho de peso ($P < 0,0096$), cujo desdobramento pode ser observado na Tabela 10.

TABELA 10 – DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO BE*MET PARA GANHO DE PESO (Kg)

BE	Relações Met+Cis:Lisina Digestíveis (%)			
	60	70	80	90
180	1930,8 Bb	1957,0 ABa	1993,2 ABa	2019,0 Aa
210	2013,6 Aa	1974,0 Aa	2022,2 Aa	1977,8 Aa

Letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) (maiúsculas na linha e minúsculas na coluna)

O desdobramento da interação para ganho de peso mostra que para o balanço eletrolítico de 180 mEq, houve diferença entre as relações met+cis:lis utilizadas, não podendo ser recomendada a relação met+cis:lis digestíveis de 60%. No entanto, quando o balanço eletrolítico passou para 210 mEq, não foram observadas diferenças das diferentes relações de aminoácidos sobre o ganho de peso dos animais.

Analisando as duas interações, nota-se que a relação metionina+cistina:lisina digestíveis menor propiciou bom resultado de ganho de peso quando o balanço eletrolítico foi corrigido para 210 mEq. Assim, pode-se inferir que a correção do BE das dietas pode minimizar falhas nas formulações práticas em decorrência do uso equivocado da relação entre aminoácidos sulfurados e lisina digestíveis.

Parece pertinente reavaliar as conclusões de pesquisas anteriores recalculando o BE das rações utilizadas nos experimentos, pois OLIVEIRA NETO et al. (2007), realizaram um experimento para determinar a exigência de metionina + cistina para frangos dos 22 aos 42 dias de idade e observaram que os níveis

crescentes de aminoácidos não influenciaram o ganho de peso das aves. Em contrapartida, o resultado de ganho de peso obtido neste estudo diverge dos observados por RODRIGUEIRO et al. (2000) e ALBINO et al. (1999), que constataram efeito significativo dos níveis de metionina + cistina total da ração sobre o ganho de peso de frangos de corte dos 22 aos 42 dias e destacaram que as melhores respostas foram obtidas com níveis de metionina + cistina superiores a 0,75%.

No entanto, as diferentes relações met+cis:lis digestíveis apresentaram efeito linear ($P < 0,0264$) sobre a conversão alimentar, sendo que com o aumento das relações de aminoácidos sulfurados houve melhoria na conversão alimentar dos animais ($Y = 1,999000 - 0,002680000X$, $R^2 = 0,99$). O resultado deste estudo está consistente com o encontrado por ARAÚJO (1998), que citou que as exigências para se obter uma melhora na conversão alimentar, são maiores que as exigências para ganho de peso.

Este resultado concorda parcialmente com OLIVEIRA NETO et al. (2007), que desenvolveram um experimento para determinar a exigência de metionina + cistina para frangos de corte de 22 a 42 dias. E apesar de não ter sido observado efeito das diferentes relações sobre o ganho de peso dos animais, observaram que a relação de 72% de met+cis:lisina digestíveis, proporcionou melhor conversão alimentar nos frangos. No entanto BARBOSA et al. (2001), encontraram melhor relação de met+cis:lis digestíveis de 82% para melhor conversão alimentar, sendo que também não observaram efeito das relações estudadas sobre o ganho de peso e consumo de ração.

3.3.4 DESEMPENHO DOS FRANGOS DE CORTE DE 1 A 42 DIAS DE IDADE

Os resultados de desempenho dos frangos durante o período total experimental (1 a 42 dias de idade) podem ser observados na Tabela 11.

TABELA 11 - RELAÇÃO METIONINA+CISTINA:LISINA DIGESTÍVEIS PARA FRANGOS DE 1 A 42 DIAS COM DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS

Met+Cis:Lis Digestíveis	BE mEq/Kg	Consumo Ração (g)	Ganho de Peso (g)	Conversão Alimentar
	205/180	4636,8	2814,2	1,646
	240/210	4607,0	2838,1	1,623
60%		4680,8	2798,0 b	1,672 b
70%		4599,1	2806,0 b	1,637 ab
80%		4644,5	2865,8 a	1,621 a
90%		4563,0	2834,7 ab	1,609 a
Probabilidades				
BE		0,3479	0,0500	0,0697
MET+CIS:LIS		0,0611	0,0014	0,0073
BE*MET+CIS:LIS		0,0438	0,0115	0,7262
CV %		2,14	1,34	2,42

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).
 BE = Balanço Eletrolítico; MET+CIS:LIS = met+cis:lis digestíveis; BE*MET+CIS:LIS = interação entre BE e MET+CIS:LIS
 CV = Coeficiente de Variação

Observou-se interação entre o balanço eletrolítico da dieta e as diferentes relações met+cis:lis digestíveis para o consumo de ração ($P = 0,0453$), cujo desdobramento pode ser observado na Tabela 12. Como ocorreu no período de crescimento, o desdobramento da interação para consumo de ração mostra que no balanço eletrolítico de 180 mEq, não houve diferença entre as relações met+cis:lis utilizadas. Este resultado discorda de SCHUTTE e PACK (1995), que afirmaram que as aves possuem a capacidade de compensar o consumo marginal de aminoácidos sulfurados, aumentando o consumo de ração para atender sua exigência.

Pode-se observar um efeito diferente das relações met+cis:lis digestíveis quando o valor do BE aumentou para 240/210 mEq. Neste caso, o consumo de ração diminuiu em função do aumento dos níveis de aminoácidos sulfurados. Foi observado que para a relação mais elevada de aminoácidos (90%), a correção do BE reduz o consumo de ração.

TABELA 12 – DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO BE*MET PARA CONSUMO RAÇÃO (Kg)

BE	Relações Met+Cis:Lisina Digestíveis (%)			
	60	70	80	90
205/180	4633,6 Aa	4587,9 Aa	4681,5 Aa	4632,8 Aa
240/210	4729,1 Aa	4610,5 ABa	4594,7 ABa	4493,3 Bb

Letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) (maiúsculas na linha e minúsculas na coluna)

Observou-se interação entre o balanço eletrolítico da dieta e as relações met+cis:lis digestíveis para o ganho de peso ($P < 0,0115$), cujo desdobramento pode ser observado na Tabela 13.

TABELA 13 – DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO BE*MET PARA GANHO DE PESO (Kg)

BE	Relações Met+Cis:Lisina Digestíveis (%)			
	60	70	80	90
205/180	2758,9 Cb	2788,2 Ba	2853,2 ABa	2856,2 Aa
240/210	2836,8 Aa	2823,1 Aa	2877,8 Aa	2814,2 Aa

Letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) (maiúsculas na linha e minúsculas na coluna)

O desdobramento da interação para ganho de peso mostra que para o balanço eletrolítico de 205/180 mEq, houve diferença entre as relações met+cis:lis utilizadas, sendo o melhor ganho observado com relações de 80 e 90%. No entanto, quando o balanço eletrolítico passou para 240/210 mEq, não foram observadas diferenças.

Entretanto, quando o balanço eletrolítico foi corrigido através da suplementação de bicarbonato de sódio, a relação metionina+cistina:lisina digestíveis menor (60%) propiciou bom resultado de ganho de peso. Assim, pode-se inferir que a correção do BE da dieta pode minimizar a queda de desempenho decorrente de uso marginal de aminoácidos sulfurados nas dietas.

A relação met+cis:lis digestíveis de 60% resultou na pior conversão alimentar. Mas as diferentes relações de aminoácidos resultaram em efeito linear sobre esta variável, sendo que com o aumento das relações de aminoácidos sulfurados houve melhoria na conversão alimentar dos animais ($Y = 1,806 - 0,00244X$, $R^2 = 0,91$) com BE de 210 mEq/Kg.

O balanço eletrolítico trabalhado pode ter influenciado a conversão alimentar dos animais ($P = 0,0697$), recomendando-se o BE de 240/210 mEq para melhora deste parâmetro.

3.3.5 RENDIMENTO DE CARÇAÇA, CORTES COMERCIAIS E GORDURA ABDOMINAL DOS FRANGOS AOS 42 DIAS DE IDADE.

Os resultados de rendimento de carcaça, cortes comerciais e gordura abdominal podem ser observados na Tabela 14.

Não foi observada interação ($p>0,05$) entre o balanço eletrolítico e as relações metionina+cistina:lisina digestíveis sobre o rendimento de carcaça, rendimento de cortes e gordura abdominal dos frangos.

Não foi observado efeito ($p>0,05$) do BE sobre as características de carcaça estudadas. Este fato pode ser explicado pela pequena diferença existente entre os dois valores de BE utilizados no experimento.

O rendimento de carcaça não foi influenciado ($p>0,05$) pelas relações met+cis:lis digestíveis utilizadas nas dietas experimentais. Resultados parecidos, foram relatados por ATENCIO et al. (2004), que não observaram efeito dos níveis de metionina + cistina sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte no período de 24 a 38 dias de idade e RODRIGUEIRO et al. (2000) que trabalhando com diferentes níveis de aminoácidos sulfurados em dietas de frangos na fase de crescimento e acabamento, não observaram efeitos dos níveis de metionina + cistina sobre o rendimento de carcaça das aves. Estes trabalhos discordam de SILVA JR. et al. (2005), que verificaram efeito dos níveis de metionina e cistina em dietas de frangos sobre o rendimento de carcaça das aves.

TABELA 14 – RENDIMENTO DE CARÇAÇA, PARTES E GORDURA ABDOMINAL DOS FRANGOS DE CORTE AOS 42 DIAS DE IDADE.

Met+Cis:Lis Digestíveis	Be mEq/Kg	Carçaça (g)	Asas (g)	Coxa e Sobrecoxa (g)	Peito com Osso	Gordura Abdominal
	180	83,851	9,189	27,189	31,898	1,141
	210	83,698	9,259	27,336	31,242	1,057
60%		83,857	9,045	27,615	30,192 b	1,051
70%		83,895	9,395	27,216	31,959 a	1,125
80%		83,941	9,350	27,059	31,786 a	1,179
90%		83,404	9,106	27,161	32,342 a	1,041
Probabilidades						
BE		0,6988	0,5596	0,5469	0,0947	0,1576
MET+CIS:LIS		0,7527	0,1136	0,3973	0,0020	0,3017
BE*MET+CIS:LIS		0,6611	0,4404	0,5261	0,4278	0,6661
CV %		2,404	4,206	2,756	4,939	16,869

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem pelo teste de Tukey ($P\leq 0,05$).

BE = Balanço Eletrolítico; MET+CIS:LIS = met+cis:lis digestíveis; BE*MET+CIS:LIS = interação entre BE e MET+CIS:LIS

CV = Coeficiente de Variação

Não foi observado efeito ($P>0,05$) das relações de aminoácidos sobre o rendimento de coxa+sobrecoxa e gordura abdominal. O trabalho discorda de RODRIGUEIRO et al. (2000), que constataram redução linear no rendimento de gordura abdominal de frangos de corte machos aos 42 dias de idade conforme

aumentaram o nível de metionina+cistina da ração de 0,63 para 0,93%. Também ARAÚJO (1998), observou diminuição da gordura abdominal em 7% com o aumento dos níveis de metionina + cistina de 0,70% para 0,85%.

De acordo com MORAN (1994) E CAREW (2003), uma dieta deficiente em metionina estimula o consumo de ração, contribuindo com energia adicional e, conseqüentemente, ocasionando acréscimo na deposição de gordura corporal. No presente trabalho, não foi verificado efeito das relações met+cis:lis digestíveis sobre o consumo de ração e em função disso não foi observada diferença na gordura abdominal das aves.

Foi constatado efeito linear ($P \leq 0,05$) das relações met+cis:lis digestíveis sobre o rendimento de peito dos frangos ($Y = 26,86045 + 0,06278700X$, $R^2 = 0,74$). O resultado concorda parcialmente com MORAN (1994) e RODRIGUEIRO et al. (2000), que verificaram efeito quadrático ($P \leq 0,05$) sobre o rendimento de peito. SIBBALD e WOLINETZ (1986) já haviam publicado que o requerimento de aminoácidos essenciais, principalmente os sulfurados e a lisina, para máximo rendimento de carne de peito, está acima do considerado adequado para o crescimento. No entanto, SILVA JR. et al. (2005) não observaram diferença dos níveis de aminoácidos sulfurados sobre o rendimento de peito de frangos aos 42 dias de idade.

3.4 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais utilizadas pode-se concluir que:

Na fase inicial pode-se utilizar balanço eletrolítico entre 205 e 240 mEq/Kg e recomenda-se relação de metionina+cistina:lisina digestíveis entre 73 e 75%.

Na fase de crescimento é recomendado corrigir o balanço eletrolítico da ração para 210 mEq/Kg.

REFERÊNCIAS

ACAR, N.; BARBATO, G.F.; PATTERSON, P.H. The effect of feeding excess methionine on live performance, carcass traits and ascitic mortality. **Poultry Science**, v.80, p.1585-1589, 2001.

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.

AMARANTE JÚNIOR, V.S.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R.; NASCIMENTO, G.A.J.; BRANDÃO, P.A.; SILVA, J.H.V.; PEREIRA, W.E.; NUNES, R.V.; COSTA, J.S. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1195-1201, 2005.

ARAÚJO, L.F. Avaliação o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas com altos níveis de energia, metionina + cistina e lisina na fase final de criação. (**Dissertação – Mestrado em Zootecnia**). Jaboticabal – SP. Universidade Estadual Paulista, 1998.

ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; VIEITES, F.M. Exigências de metionina + cistina para frangos de corte machos em diferentes fases de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1152-1166, 2004.

BAKER, D.H.; HAN, Y. Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six weeks posthatching. **Poultry Science**, v.3, p.739-745, 1994.

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

BARBOSA, M.J.B.; JUNQUEIRA, O.M.; ANDREOTTI, M.O.; CANCHERINI, L.C. Exigências de lisina e metionina+cistina digestíveis em dietas para frangos de corte na fase de crescimento. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 909-915, 2001.

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.; MAIORKA, A.; ARIKI, J. Balanço eletrolítico em dietas de crescimento para frangos de corte durante o inverno. In: 39º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Recife, PE. **Anais...** 2002.

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.

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.

GARCIA, A., BATAL, A.B. Changes in the digestible lysine and sulfur amino acid needs of broiler chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.84, p.1350-1355, 2005.

HAN, Y.; BAKER, D.H. Effects of excess methionine or lysine for broilers fed a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, v.72, n.6, p.1070-1074, 1993.

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

MAIORKA, A., MAGRO, N., BARTELS, H.A. Efeito do nível de sódio e diferentes relações entre sódio potássio e cloro em dietas pré-iniciais no desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...** Botucatu, p.478-480. 1998.

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

MORAN, E.T.JR. Response of broiler strains differing in body fat to inadequate methionine: live performance and processing yields. **Poultry Science**, v.73, p.1116-1126, 1994.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, R.A.; RESENDE, W.O. Níveis de metionina + cistina para pintos de corte mantidos em ambiente termoneutro. **Anais...** XXXVII Reunião Anual da SBZ, 24 a 27 de julho de 2000 – Viçosa - MG.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; CECON, P.R.; VIEIRA VAZ, R.G.M.; GASPARINO, E. Níveis de metionina + cistina para pintos de corte mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1956-1962, 2005.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; BARRETO, S.L.T.; VAZ, R.G.M.V; GASPARINO, E. Níveis de metionina + cistina total para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1359-1364, 2007.

RODRIGUEIRO, R.J.B.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; POZZA, P.C.; NEME, R. Exigência de metionina + cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p. 507-517, 2000.

RONDÓN, E.O.O.; MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C.; GARCIA, J. Exigências nutricionais de sódio e cloro e estimativa do melhor balanço eletrolítico da ração para

frangos de corte na fase pré-inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.4, p.1162-1166. 2000.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.R.T. **Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

SCHUTTE, J.B.; PACK, M. Sulfur amino acid requirement of broiler chicks from fourteen to thirty-eight days of age. **Poultry Science**, v.74, n.3, p.480-487, 1995.

SIBBALD, I.R.; WOLYNETZ, M.S. Effects of dietary lysine and intake on energy utilization and tissue synthesis by broiler chicks. **Poultry Science**, Savoy, v.65, p.98-105, 1986.

SILVA JUNIOR, R.G.C.; LANA, G.R.Q.; RABELLO, C.B.V.; BARBOZA, W.A.; LANA, S.R.V. Exigências de metionina + cistina para frangos de corte machos de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade, em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 2399-2407, 2005.

SKLAN, D., NOY, Y. Crude protein and essential amino acid requirements in chicks during the first week posthatch. **British Poultry Science**. V. 44; P. 266–274, 2003.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As exigências dos frangos em aminoácidos sulfurados é mais elevada na fase inicial, período em que o animal está em rápido crescimento. Sabe-se que a metionina é aminoácido limitante nas dietas destes animais e que sua deficiência prejudica o bom desempenho das aves.

No presente trabalho, o pior resultado para ganho de peso das aves foi observado naquelas alimentadas com ração contendo níveis de aminoácidos sulfurados inferiores ao recomendado, provavelmente como consequência do desbalanço entre os aminoácidos, causado pela deficiência ou nível marginal de metionina. Como a metionina é o primeiro aminoácido limitante em dietas para frangos, sua deficiência pode fazer com que outros aminoácidos não sejam aproveitados e a síntese protéica seja prejudicada. Entretanto, a deficiência de aminoácidos ocorreu somente na fase inicial, comprovando que a necessidade dos frangos nesta fase é maior.

Houve melhoria no ganho de peso das aves com o aumento da suplementação de metionina até um determinado ponto, ou seja, até que os animais atingiram seu máximo potencial de crescimento, a partir daí, nenhuma resposta positiva significativa foi observada. É importante ter o conhecimento de qual é a relação ideal entre os aminoácidos, pois se sabe que o excesso de aminoácidos na dieta não contribui para melhorar o desempenho do animal. Quando em excesso, os aminoácidos sofrem desaminação e o nitrogênio é excretado como ácido úrico, sendo que esse processo reflete em gasto energético para o animal. Além disso, a metionina quando em excesso, é catabolizada no organismo gerando radicais ácidos, que podem interferir no equilíbrio ácido-básico do animal.

Na fase de crescimento, foi observada influência dos dois valores de balanço eletrolítico trabalhados sobre as relações de aminoácidos para ganho de peso e consumo de ração. Os animais que consumiram dietas contendo a relação de aminoácidos inferior (60%), responderam de forma satisfatória quando o balanço eletrolítico foi corrigido pela adição de bicarbonato de sódio 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.

É interessante dar continuidade ao estudo, trabalhando com outros níveis de aminoácidos e balanços eletrolíticos, para obtenção de dados que indiquem quais são os limites máximos e mínimos dos nutrientes.

Também deixo a sugestão de se avaliar parâmetros sanguíneos, como eletrólitos, pH, bicarbonato, pCO₂ e outros que indiquem alterações no equilíbrio ácido-básico, pois existe a possibilidade de que a metionina interfira como fonte de ácidos no organismo, mas devido aos mecanismos regulatórios, como os sistemas tampão, haja a correção do desequilíbrio antes que possa afetar o desempenho das aves.