

FLÁVIO MEDEIROS VIEITES

**BALANÇO ELETROLÍTICO E NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA EM
RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE DE UM A 42 DIAS**

Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,
para a obtenção do título de “*Doctor Scientiae*”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

V658b
2003

Vieites, Flávio Medeiros, 1973-

Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta em rações
para frangos de corte de um a 42 dias / Flávio Medeiros
Vieites. – Viçosa : UFV, 2003

129p. : il.

Orientador: George Henrique Kling de Moraes
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa

1. Frango de corte - Nutrição. 2. Rações - Balanço
eletrolítico. 3. Proteína bruta na nutrição de frango de cor-
te. 4. Frango de corte - Desempenho. 5. Frango de corte-
Carcaca - Rendimento. 6. Cama de frango - Umidade. 7.
Frango de corte - Osso - Composição química. 8. Frango
de corte - Sangue - Composição química. I. Universidade
Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 636.513

CDD 20.ed. 636.513

FLÁVIO MEDEIROS VIEITES

**BALANÇO ELETROLÍTICO E NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA EM
RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE DE UM A 42 DIAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para a obtenção do título de “*Doctor Scientiae*”.

APROVADO: 10 de março de 2003.

Prof. Horácio Santiago Rostagno
(Conselheiro)

Prof. Juarez Lopes Donzele

José Geraldo de Vargas Júnior

Prof^a Ana Cláudia Peres Rodrigues

Prof. George Henrique Kling de Moraes
(Orientador)

A Deus, pela presença constante.

A minha mãe Vera Clicie (in memoriam).

Aos meus pais José Ernesto e Maria Helena, pela educação a mim concedida e apoio em todos os momentos.

Aos meus tios Milton e Cristina pelo apoio, amizade e compreensão.

As minhas irmãs Daniela e Denise, a minha prima Gabriela e ao meu afilhado Lucas, pelo companheirismo e alegria.

A Liliana pela dedicação, amor e carinho.

A minha querida filha Ana Luiza, motivo de orgulho, alegria e realização, dedico este trabalho.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia (DZO), pela oportunidade de participar do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor George Henrique Kling de Moraes pela orientação, amizade e apoio para a realização da presente tese.

Aos professores conselheiros Luiz Fernando Teixeira Albino e Horácio Santiago Rostagno pelas sugestões e estímulos, essenciais para a realização deste trabalho.

Aos professores Juarez Lopes Donzele e José Geraldo de Vargas Júnior pelos ensinamentos, pela confiança, amizade e atenção.

Aos grandes amigos de tantos trabalhos e convivência Anel Atencio Tejedor e Alexandre Lúcio Rodrigues.

Aos colegas, Regina, Leidimara, Ana Cláudia, Cibele, Cláudio, Fernanda, Flávia, Heloísa, Humberto, Marcela, Marcele, Tatiana, Daniela, Marcos, Bárbara e Rodrigo (Celulose e Papel), pelo auxílio nos diversos trabalhos para a conclusão desta tese.

Aos funcionários da Seção de Avicultura, DZO, da Universidade Federal de Viçosa, em especial, a Adriano, Elísio, Joselino e Mauro Godoi.

À funcionária do abatedouro da Universidade Federal de Viçosa Maria da Graça de Paula Souza e Maria Neuza pelo valioso apoio durante a minha estadia em viçosa.

Aos funcionários do DZO Adilson, Celeste, Cleone, Fernando, Iraci, Joelson, Jorge, Márcia, Monteiro, Raimundo, Rosana, Valdir, Venâncio, Vera e Welington pela amizade e apoio em todos os momentos.

Ao funcionário Jéfferson Dias, do Laboratório de Bioquímica Animal, pelo auxílio nas análises e pela amizade.

Aos amigos Alexandre Oliveira, Alexandre “Tabaco”, Débora, Jean, João, Kedson, Márvio, Priscila, Ricardo, Rogério Pinto, Ronaldo Coimbra e Uisley pela convivência e amizade.

Aos demais professores, colegas e funcionários dos Departamentos de Zootecnia e de Bioquímica Animal e Biologia Molecular, que tenham de alguma forma contribuído direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Flávio Medeiros Vieites, filho de José Ernesto de Souza Vieites e Vera Clicie Vieites, nasceu em 11 de março de 1973 na cidade do Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro.

Em março de 1992 iniciou o curso de graduação em Medicina Veterinária, na Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, colando grau em janeiro de 1997.

Em março de 1997, iniciou o curso de pós - graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos e defendendo tese em março de 1999.

Em abril de 1999 iniciou o curso de doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se a defesa de tese no dia 10 de março de 2003.

ÍNDICE

	Páginas
RESUMO	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Balanço ácido-básico no animal	4
2.2. Equilíbrio eletrolítico da dieta.....	7
2.3. Principais minerais envolvidos no balanço eletrolítico.....	10
2.3.1. Cálcio e fósforo	11
2.3.2. Cloro, sódio e potássio.....	13
2.3.3. Magnésio.....	18
2.3.4. Eletrólitos e o metabolismo de aminoácidos.....	18
2.3.5. Efeito dos eletrólitos na umidade dos dejetos	21
2.4. Peso e rendimento de carcaça e cortes nobres.....	22
2.5. Tecido ósseo	24
2.6. Tecido sangüíneo.....	26
2.6.1. Células do sangue	27
2.6.2. Proteínas plasmáticas	28
CAPÍTULO 1	
BALANÇO ELETROLÍTICO E NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA SOBRE O	
DESEMPENHO DE AVES DE CORTE DE UM A 21 DIAS DE IDADE	30

1. INTRODUÇÃO	30
2. MATERIAL E MÉTODOS	32
2.1. Local e duração.....	32
2.2. Animais, instalação utilizada e manejo geral	32
2.3. Rações experimentais.....	33
2.4. Tratamentos e delineamento experimental	34
2.5. Parâmetros avaliados.....	36
2.6. Análises Estatísticas	36
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
3.1. Desempenho dos pintos de um a 7 dias	37
3.2. Desempenho dos pintos de um a 14 dias	41
3.3. Desempenho dos pintos de um a 21 dias	44
4. RESUMO E CONCLUSÕES	49

CAPÍTULO 2

BALANÇO ELETROLÍTICO E NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA SOBRE O DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARÇA E UMIDADE DA CAMA DE FRANGOS DE CORTE DE UM A 42 DIAS DE IDADE

1. INTRODUÇÃO	51
2. MATERIAL E MÉTODOS	53
2.1. Local e duração.....	53
2.2. Animais, instalação utilizada e manejo geral	53
2.3. Rações experimentais.....	54
2.4. Tratamentos e delineamento experimental	57
2.5. Parâmetros avaliados.....	58
2.6. Análises Estatísticas	58
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
3.1. Desempenho dos frangos de corte de um a 42 dias.....	59
3.2. Peso absoluto (g) e rendimento (%) de carça e cortes nobres.....	64
3.3. Umidade da cama de aves criadas de um a 42 dias.....	70
4. RESUMO E CONCLUSÕES	72

CAPÍTULO 3

BALANÇO ELETROLÍTICO E NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA SOBRE A RESISTÊNCIA ÓSSEA E MINERAIS NO TIBIOTARSO DE FRANGOS DE CORTE AOS 21 E 42 DIAS DE IDADE

1. INTRODUÇÃO	74
---------------------	----

2. MATERIAL E MÉTODOS	76
2.1. Local e duração.....	76
2.2. Animais, instalação utilizada e manejo geral	76
2.3. Rações experimentais.....	78
2.4. Tratamentos e delineamento experimental	80
2.5. Parâmetros avaliados.....	81
2.6. Análises Estatísticas	81
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
3.1. Resistência à quebra do tibiotarso aos 21 e 42 dias das aves	82
3.2. Cinzas e minerais no tibiotarso aos 21 dias de idade	84
3.3. Cinzas e minerais no tibiotarso aos 42 dias de idade	88
4. RESUMO E CONCLUSÕES	91

CAPÍTULO 4

BALANÇO ELETROLÍTICO E NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA SOBRE PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE FRANGOS DE CORTE AOS 21 E 42 DIAS DE IDADE	93
1. INTRODUÇÃO	93
2. MATERIAL E MÉTODOS	95
2.1. Local e duração.....	95
2.2. Animais, instalação utilizada e manejo geral	95
2.3. Rações experimentais.....	96
2.4. Tratamentos e delineamento experimental	99
2.5. Parâmetros avaliados.....	100
2.6. Análises Estatísticas	100
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	101
3.1. Teores de fósforo, cálcio e proteína total no soro sangüíneo aos 21 dias	101
3.2. Fósforo, cálcio e proteínas totais no soro sangüíneo aos 42 dias	106
4. RESUMO E CONCLUSÕES	110
3. CONCLUSÕES GERAIS	111
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
APÊNDICE	121

RESUMO

VIEITES, Flávio Medeiros, D.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2003. **Balço eletrolítico e níveis de proteína bruta em rações para frangos de corte de um a 42 dias**. Orientador: George Henrique Kling de Moraes. Conselheiros: Luiz Fernando Teixeira Albino e Horácio Santiago Rostagno.

Foi realizado um experimento no Departamento de Zootecnia da UFV com o objetivo de determinar os melhores valores de balanço eletrolítico (BE) para frangos de corte. Foram avaliados o desempenho, o rendimento de carcaça, os cortes nobres, a matéria seca da cama das aves, os minerais no tibiotarso e os parâmetros sanguíneos. O período experimental compreendeu a fase inicial de 1 a 21 dias e a fase de crescimento de 22 a 42 dias. Na fase inicial utilizou-se 2112 pintinhos da marca comercial Ross e duas rações basais, uma com 20 e outra com 23% de PB a base de milho, farelo de soja e glúten de milho, de forma a atender as recomendações nutricionais das aves, exceto para potássio e cloro. Na fase de crescimento utilizou-se 1728 frangos oriundos da primeira fase e apenas uma ração basal com 20% de PB a base de milho, farelo de soja e glúten de milho, de forma a atender as exigências nutricionais das aves, exceto para potássio e cloro. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema

fatorial 8x2 (oito níveis de BE e dois níveis de PB), seis repetições e 22 aves por unidade experimental na fase inicial. Na fase de crescimento, utilizou-se o mesmo delineamento experimental, mantendo-se os mesmos BE da fase inicial, pela suplementação a ração basal crescimento e 18 aves por unidade experimental. As rações basais nas fases inicial e de crescimento foram suplementadas com cloreto de amônia ou carbonato de potássio em substituição ao material inerte, de forma a obter oito níveis (0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 350 mEq/kg) de BE. Os melhores valores de BE obtidos aos 21 dias foram de 166 e 170 mEq/kg considerando o ganho de peso das aves, de 203 e 132 mEq/kg considerando os teores de minerais no tibiotarso e de 168 e 245 mEq/kg considerando o teor de cálcio no sangue, respectivamente para aves alimentadas com ração contendo 20 e 23% de PB. Para essa fase ainda foi verificado que o melhor valor de BE para os teores de fósforo e de proteínas no sangue foram de 174 (20% PB) e 189 (23% PB) mEq/kg. Os melhores valores de BE obtidos aos 42 dias foram de 179 e 185 mEq/kg considerando o ganho de peso das aves, de 161 e 177 mEq/kg considerando rendimento de carcaça, de 138 e 147 mEq/kg considerando a matéria seca da cama, de 188 e 186 considerando o teor de cinzas no tibiotarso e de 101 e 131 mEq/kg considerando o teor de proteína total no sangue das aves alimentadas com rações contendo as seqüências protéicas 20-20% e 23-20%, respectivamente. Para essa fase ainda foi verificado que o melhor valor de BE para o teor de cálcio plasmático foi de 173 (20-20% PB) mEq/kg. Com base nesses resultados, recomenda-se que as rações formuladas para frangos de corte nas fases inicial e crescimento possua um BE na faixa de 160 a 200 mEq/kg.

ABSTRACT

VIEITES, Flávio Medeiros, D.S., Universidade Federal de Viçosa, March of 2003. **Electrolyte balance and protein levels for broilers chickens**. Adviser: George Henrique Kling de Moraes. Committee members: Luiz Fernando Teixeira Albino e Horácio Santiago Rostagno.

An experiment was conducted at the Department of Animal Science of Federal University of Viçosa to determine the best electrolyte balance (EB) for broilers. It was evaluated performance, carcass yield, noble cut, dry matter of broiler litter, bone minerals content and blood partial composition. On the initial fase of the experiment, 2112 chicks, male, Ross, were reared in the floor covered with shaving woods in each experimental unit and fed with corn-soybean basal rations with 20 and 23% of crude protein (CP) combined with 0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 and 350 mEq/kg of EB. On the growing fase (22 to 42 days), 1728 broillers, remained in the experimental units and were fed with only one basal ration with 20% CP. The experiment was analized as a completely randomized design in a factorial arrangement of treatments (two protein levels and eight levels of EB on the initial fase or two protein sequences and eight levels of EB on the growing fase). The best estimated values of EB at 21 days were 166 and 170 mEq/kg (weigh gain), 203 and 132 mEq/kg (bone minerals) and 168 and 245

mEq/kg (blood calcium), of chicks fed with rations containing 20 and 23% of CP, respectively. During this period was also verified that the best EB value for phosphorus and protein in the blood were 174 (20% CP) and 189 (23% CP) mEq/kg. The best estimated values of EB at 42 days were 179 and 185 mEq/kg, (weight gain), 161 and 177 mEq/kg (carcass yield), 138 and 147 mEq/kg (dry matter of broiler litter), 188 and 186 mEq/kg (bone ash) and 101 and 131 mEq/kg (total protein in the blood) of the broilers fed with rations containing the protein sequences 20-20% and 23-20%, respectively. During this period was also verified that the best EB value for blood calcium was 173 mEq/kg (20-20% CP). The obtained data, allow to suggest that EB value should be from 160 to 200 mEq/kg in the broiler rations for both initial and growing phases.

1. INTRODUÇÃO

O principal objetivo da nutrição animal é produzir alimentos para o homem, tanto em quantidade e qualidade quanto a custos cada vez menores. Na primeira metade do século XX, a grande maioria das pesquisas, na área da nutrição animal, esteve voltada para o isolamento e identificação dos nutrientes considerados essenciais. A partir da década de 40, as pesquisas se concentraram na determinação dos requerimentos nutricionais e das inter-relações entre nutrientes.

As aves foram alguns dos animais mais usados como modelo experimental e que mais contribuíram para o avanço da ciência da nutrição, tornando-se, assim, principalmente as linhagens de aves de corte, a espécie animal que, hoje, possui a maior quantidade de informações sobre exigências nutricionais (COLNAGO, 1996).

Entretanto, a formulação de rações de mínimo custo para o máximo desempenho é uma tarefa difícil. Envolve informações nutricionais detalhadas a respeito de inúmeros ingredientes, dados sobre exigências nutricionais dos animais e sobre a interação desses dois componentes (USRY, 2001).

Considerando que a alimentação representa a maior parte dos custos na produção avícola, medidas para reduzir esses custos podem significar lucro para

o setor. Utilizar matérias primas de composição conhecida, atender o requerimento nutricional, ter programas de alimentação adequados e formular ração de custo mínimo, são medidas que resultam em maior eficiência na produção avícola (ROSTAGNO et al., 2001).

Pesquisas têm mostrado que a composição mineral da ração afeta o equilíbrio ácido-básico e vários aspectos do desempenho animal (MURAKAMI, 2000). A manutenção do equilíbrio ácido-básico do meio interno tem grande importância fisiológica e bioquímica, visto que as atividades das enzimas celulares, trocas eletrolíticas e manutenção do estado estrutural das proteínas dos organismos são profundamente influenciadas por pequenas alterações no pH sanguíneo (MACARI, 1994).

O equilíbrio ácido-básico está diretamente ligado aos eletrólitos ingeridos pelas aves. O balanço eletrolítico (BE) pode 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).

Os principais elementos envolvidos nesse equilíbrio são os cátions sódio (Na^+), potássio (K^+) e magnésio (Mg^{++}), além dos ânions cloro (Cl^-), bicarbonato (HCO_3^-) e fosfato dibásico (H_2PO_4^-) e ainda algumas proteínas. O Na^+ e o Cl^- contribuem principalmente para a pressão osmótica do plasma, enquanto que o Mg^{++} , fosfatos e proteínas contribuem para pressão osmótica do fluido intracelular (GONZÁLEZ e SILVA, 1999).

Muitos estudos têm sido direcionados ao desenvolvimento de expressões simplificadas de BE, de forma a identificar a relação crítica de eletrólitos para o uso em formulações de rações. MONGIN (1981) utilizou a seguinte fórmula para compor a ingestão mineral e o equilíbrio ácido-básico do animal:

$$\text{BE} = (\% \text{Na}^+ \times 100/22,990^*) + (\% \text{K}^+ \times 100/39,102^*) - (\% \text{Cl}^- \times 100/35,453^*)$$

(* Equivalente grama do Na^+ , K^+ ou Cl^- , respectivamente.)

MONGIN (1981) determinou que devem ser utilizados simultaneamente para frangos de corte, um BE de 250 mEq/kg e a relação $(\text{K}^+ + \text{Cl}^-)/\text{Na}^+$ deve ser

maior que 1 (um). Este autor cita que Sauver e Mongin (1974), citados por MONGIN (1981) verificaram que as aves toleravam mais o excesso de K^+ do que Na^+ .

Entretanto, DARI (2002) afirma que o BE das rações normalmente utilizadas, na prática, para frangos de corte varia de 150 a 230 mEq/kg, similar ao trabalho de TEETER (1997 a), em que o BE foi de 201 e 182 mEq/kg, para as fases inicial e crescimento, respectivamente.

O BE também pode influenciar a ocorrência de discondroplasia tibial. O aumento no teor de cloro na dieta de 10 para 40 mEq/100g e a manutenção de baixos níveis de Na^+ e K^+ tornam as aves acidóticas resultando em alterações na cartilagem metafisária (SAUVEUR, 1984). Outras pesquisas verificaram que a adição de 3% de cloreto de amônio aumentava a incidência de discondroplasia no tibiotarso (VELTMAN e JENSEN, 1979). Esses trabalhos indicam que os frangos em acidose metabólica perdem em 50% a capacidade de produzir o 1,25-dihidroxicolecalciferol, metabólito D_3 ativo. ANDERSON e TOVERUD (1994) afirmaram que a presença de quantidades adequadas de 1,25-(OH) $_2D_3$ é requerida para o crescimento normal, maturação e mineralização do osso, e para a manutenção do tecido ósseo maduro. RONDÓN et al. (1999) verificaram uma diminuição na incidência de discondroplasia tibial com o aumento dos níveis de Na^+ na dieta. O efeito alcalinizante do Na^+ , comprovado nas análises sanguíneas, proporcionava um melhor pH para a atividade neoformadora dos ossos.

O objetivo deste trabalho foi determinar o melhor valor de BE em dois níveis de proteína bruta para:

- O desempenho de frangos de corte na fase inicial e crescimento;
- O rendimento de carcaça e cortes nobres de frangos de corte de um a 42 dias;
- Composição química parcial de tibiotarsos de frangos de corte aos 21 e 42 dias;
- Composição química parcial sérica de frangos de corte aos 21 e 42 dias.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Balanço ácido-básico no animal

O equilíbrio ácido-básico no organismo animal é um mecanismo complexo, mediado por uma série de elementos químicos, que quando em excesso ou deficiente, desencadeiam reações orgânicas no sentido de compensar as alterações ocorridas.

A manutenção do equilíbrio ácido-básico do meio interno tem grande importância fisiológica e bioquímica, visto que as atividades das enzimas celulares, trocas eletrolíticas e manutenção do estado estrutural das proteínas dos organismos são profundamente influenciadas por pequenas alterações no pH sanguíneo (MACARI, 1994).

Os principais elementos envolvidos nesse equilíbrio são os cátions sódio (Na^+), potássio (K^+) e magnésio (Mg^{++}), além dos ânions cloro (Cl^-), bicarbonato (HCO_3^-) e fosfato dibásico (H_2PO_4^-) e ainda algumas proteínas. O Na^+ e o Cl^- contribuem principalmente para a pressão osmótica do plasma, enquanto que o Mg^{++} , fosfatos e proteínas contribuem para pressão osmótica do fluido intracelular (GONZÁLEZ e SILVA, 1999).

Modificações na concentração do íon hidrogênio, em relação ao valor normal, podem causar acentuadas alterações na velocidade das reações químicas das células, algumas reduzidas, outras aceleradas. Problemas como a má qualidade da casca do ovo, a má adaptação ao estresse térmico, o baixo desempenho dos animais, o antagonismo lisina-arginina e a discondroplasia tibial podem ser desencadeados ou piorados pelo desequilíbrio da homeostase ácido-base nas aves.

O íon hidrogênio é o único próton livre liberado a partir de um átomo de hidrogênio. As moléculas que contêm átomos de hidrogênio capazes de liberar íons hidrogênio em solução são designadas como ácidos. A base é definida como um íon ou molécula que pode aceitar um íon hidrogênio e freqüentemente usa-se o termo "álcali" como sinonímia para a mesma. Um álcali é uma molécula formada pela combinação de um ou mais metais alcalinos (Na^+ , K^+ , Li^+) com um íon fortemente básico como a hidroxila (OH^-) por exemplo. A porção básica dessas moléculas reage rapidamente com os íons hidrogênio para removê-los da solução. Por motivos similares, o termo "alcalose" refere-se à remoção excessiva de íons hidrogênio dos líquidos corporais, em contraste com a adição excessiva dos mesmos, que é designada como "acidose" (GUYTON, 1997).

Como a concentração de íons hidrogênio normalmente é baixa nos diversos compartimentos corporais, é costume expressar a concentração de íon hidrogênio em escala logarítmica, usando a unidade pH, onde a concentração de íon hidrogênio $[\text{H}^+]$ é expressa em equivalentes por litro.

$$\text{pH} = \log \frac{1}{[\text{H}^+]} = - \log [\text{H}^+]$$

O pH do sangue da maioria das espécies animais deve ser neutro, onde a $[\text{H}^+]$ é de 40 meq/l (0,00000004 Eq/l).

$$\text{pH} = - \log (0,00000004 \text{ Eq/l}) = 7,4$$

O pH do sangue é muito importante, pois não se tem como avaliar o pH de célula por célula nos diversos tecidos. Logo, se no sangue estiver tudo normal, significa que o mesmo ocorre nos demais compartimentos orgânicos.

A manutenção do pH constante é de vital importância para o organismo, já que, em forma livre, quantidades pequenas de ácidos ou bases fortes levariam o pH a limites incompatíveis com a vida. Grandes desvios do pH provocam distúrbios no metabolismo, na permeabilidade de membranas, na forma molecular das proteínas e na distribuição eletrolítica. Desta forma, a constância dos valores de pH é mantida através de sistemas tampões que atuam neutralizando parcialmente os ácidos e as bases que provêm da dieta e do metabolismo (MACARI, 1994).

Os principais sistemas utilizados pelo organismo para manter a homeostasia são: as proteínas do plasma, a hemoglobina, o tampão fosfato ($\text{HPO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^-$) e o tampão bicarbonato ($\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$).

A hemoglobina pode captar H^+ do meio, neutralizando-o. Além disso, a anidrase carbônica presente nos eritrócitos une o CO_2 com a H_2O formando o ácido carbônico (H_2CO_3), que pode perder um H^+ e passar a bicarbonato (HCO_3^-). Esses elementos encontram-se no sangue em equilíbrio na proporção de uma molécula de H_2CO_3 para 20 de HCO_3^- . Assim, o animal em acidose, terá muito H^+ no seu sangue e ocorrerá polipnéia compensatória (SMITH et al, 1988).

No caso de alcalose, a hemoglobina aumentará sua afinidade pelo CO_2 e a respiração passa a ser mais lenta para que o CO_2 fique mais retido no organismo e possa reagir com a H_2O , a fim de acidificar o sangue.

O metabolismo celular, além do $\text{CO}_2 / \text{HCO}_3^-$, produz uma série de outros ácidos não voláteis como os ácidos lático e fosfórico. Entretanto, em casos de ingestão de substância alcalina, pode ocorrer no organismo um excesso de bases. Esses ácidos e bases deverão ser eliminados pelos rins. Isto revela a importância dos rins na manutenção do equilíbrio ácido-básico do organismo (MACARI, 1994).

Em pH alcalino há pouco H^+ no sangue e grande quantidade dos elementos básicos, particularmente do sódio. O ácido fosfórico troca seu H^+ pelo sódio e leva esse elemento ao rim a fim de ser excretado. As células tubulares renais produzem o íon H^+ que retorna formando novamente o ácido fosfórico (H_3PO_4). Em caso de pH ácido, há um aumento da capacidade renal de

reabsorver o sódio e outros elementos alcalinos. Desta forma, o H^+ será eliminado e trocado pelo sódio para formar o fosfato de sódio e liberar esse elemento alcalino na corrente sanguínea.

O sistema tampão bicarbonato atua de forma similar ao sistema tampão fosfato, ressaltando-se que o bicarbonato faz a troca de elementos na forma de bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$).

Os rins são os grandes responsáveis pela manutenção do equilíbrio ácido-básico devido à absorção seletiva e secreção de determinados íons. O íon H^+ é secretado enquanto que o HCO_3^- é reabsorvido. Outros íons estão envolvidos e podem ser translocados, o Na^+ por H^+ e o Cl^- por HCO_3^- dependendo de sua concentração plasmática e das variações de pH no sangue (BLOCK, 1994).

2.2. Equilíbrio eletrolítico da dieta

Os eletrólitos são substâncias que, uma vez dissolvidas num meio, permitem a condução de corrente elétrica. Porém, segundo TEETER (1997a), nutricionalmente, os eletrólitos devem satisfazer duas condições: primeiro, o elemento deve ser indispensável na dieta e, segundo, deve estar numa concentração suficientemente elevada (ou quando somado com os demais eletrólitos) para influenciar efetivamente o potencial elétrico, o equilíbrio ácido-básico e/ou a osmorregulação nos tecidos. DARI (2002) ressalta que o balanço de eletrólitos é muito importante, pois dele depende o equilíbrio ácido-básico do organismo da ave.

MONGIN (1989) relata que para o animal manter a homeostasia ácido - base dentro das normalidades, ele deve controlar o balanço de ácidos dentro de seu corpo. A acidez líquida consumida é medida pela diferença entre ânions e cátions fixos $(An - Cat)_{in}$. Ânions e cátions fixos aqueles que não podem ser metabolizados durante os processos digestivos ou metabólicos. Da mesma forma,

a acidez líquida excretada é medida pela diferença entre ânions e cátions excretados na urina, $(An - Cat)_{exc}$. Existe ainda um terceiro elemento que deve ser considerado, que diz respeito à acidez produzida dentro do organismo, principalmente pelo metabolismo protéico. Esse componente é chamado de produção endógena ácida (H^+_{endo}).

Quando a acidez líquida consumida, mais a produção endógena ácida é igual à acidez líquida excretada na urina, o pH sanguíneo é 7,4; a concentração de bicarbonato no plasma é de 25 meq/l e o excesso de base é zero. A representação é a seguinte: $(An - Cat)_{in} + (H^+_{endo}) - (An - Cat)_{exc} = 0$

Entretanto, se a acidez líquida consumida + a acidez endógena produzida for diferente da acidez líquida excretada ocorrerá uma modificação na equação acima: $(An - Cat)_{in} + (H^+_{endo}) - (An - Cat)_{exc} + BE = 0$, onde o termo BE representa o excesso de bases no sangue. Essa equação pode ser rearranjada da seguinte forma: $(Cat - An)_{in} - (Cat - An)_{exc} - (H^+_{endo}) = BE$

Assim, se por algum motivo a excreção ácida aumentar sem que tenha ocorrido alteração na dieta, o termo $(Cat - An)_{exc}$ irá diminuir e haverá um aumento do membro esquerdo da equação, com conseqüente aumento do excesso de bases. Isso se traduzirá em uma alcalose metabólica no organismo animal. Por outro lado se parte do carbonato de cálcio da dieta for substituído pelo cloreto de cálcio, o termo $(Cat - An)_{in}$ irá diminuir pois só os ânions fixos são considerados com a conseqüente diminuição do excesso de bases, tornando o animal acidótico.

Em condições normais, é difícil mensurar tanto a excreção mineral quanto a produção ácida endógena. Entretanto, o consumo de minerais e o "status" ácido-base do animal é bem mais fácil de monitorar e controlar. Experimentalmente, tem-se adotado medir a composição mineral da dieta e depois medir o balanço ácido-básico no animal a fim de se obter um $BE = 0$.

Dentro desse contexto, MONGIN (1981) equacionou somente o $(Cat - An)_{in}$ na formulação de ração animal:

$$(Cat - An)_{in} = meq (Na^+ + K^+ + Ca^{++} + Mg^{++}) - meq (Cl^- + SO_4^{--} + H_2PO_4^{-2} + HPO_4)$$

Na prática, é difícil o controle do consumo de todos os elementos listados. O Mg^{++} tem uma baixa taxa de absorção e é provido pela maioria das

dietas; o fosfato vem de várias fontes indefinidas e isto dificulta quantificar uma medida; a taxa de absorção do Ca^{++} é controlada pelo sistema endócrino e é muito menor que o Na^+ ou K^+ , e o sulfato é adicionado somente em pequenas quantidades, de forma a prevenir o catabolismo da metionina.

Desta forma, a equação foi reduzida pelo mesmo autor para o cálculo do balanço ácido-básico em condições práticas:

$$(\text{Cat} - \text{An})_{\text{in}} = (\text{Na}^+ \times 100/22,990^*) + (\% \text{K}^+ \times 100/39,102^*) - (\% \text{Cl}^- \times 100/35,453^*)$$

(* Equivalente grama do Na^+ , K^+ ou Cl^- , respectivamente.)

MONGIN (1981) determinou que devem ser utilizados simultaneamente para frangos de corte, um BE de 250 mEq/kg e a relação $(\text{K}^+ + \text{Cl}^-)/\text{Na}^+$ deve ser maior que 1 (um). Este autor cita que Sauveur e Mongin (1974) verificaram que as aves toleravam mais o excesso de K^+ que o de Na^+ .

Entretanto, DARI (2002) afirma que o BE das rações normalmente utilizadas na prática para frangos de corte varia de 150 a 230 mEq/kg, similar ao trabalho de TEETER (1997 a), em que o BE foi de 201 e 182 mEq/kg, para as fases inicial e crescimento, respectivamente.

HALLEY et al. (1987) verificaram que quantidades relativas de íons podem afetar o crescimento e a eficiência alimentar das aves. Os elementos cálcio e fósforo também podem afetar o balanço total de cátions e ânions e influenciar nas respostas fisiológicas e produtivas das aves. Esses autores observaram que a incidência de problemas de pernas tende a ser maior quando a relação cátion-ânion é menor e é reduzida quando a ração é suplementada com cálcio ou magnésio.

JOHNSON e KARUNAJEEWA (1985) formularam rações variando o BE de - 29 a 553 mEq/kg e recomendaram um BE de 250 a 350 mEq/kg nas rações como sendo ótimo para o crescimento de frangos até 42 dias. O BE foi prejudicial com -29 mEq/kg da dieta, enquanto que a diminuição do crescimento com BE maior que 300 mEq/kg era dependente do tipo de cátion (Na vs K). O ótimo crescimento foi verificado usando uma relação Na:K variando entre 0,5 e 1,8, mas essa relação não está dentro dos valores que os autores verificaram como aceitáveis no campo.

Alguns trabalhos sugerem que os efeitos do BE dependem do tipo da dieta (semipurificada ou prática). KARUNAJEEWA et al.(1986) relataram que o aumento do BE de 150 a 300 mEq/kg em rações iniciais práticas (1 a 21 dias), não afetou o crescimento e o desenvolvimento do esqueleto. Entretanto, MONGIN e SAUVEUR (1977) relataram que, usando dietas purificadas, o máximo crescimento foi alcançado no período de um a 28 dias com um BE entre 250 a 350 mEq/kg. Tais diferenças nos resultados experimentais podem ser relativos à disponibilidade dos minerais nas rações práticas em contraste às dietas purificadas (KARUNAJEEWA e BAAR, 1988).

O BE também pode ser influenciado por condições ambientais, particularmente quando as aves são submetidas a estresse por calor. Altas temperaturas afetam os ajustes comportamentais, fisiológicos, hormonais e moleculares. Assim, haveria um comprometimento da homeostasia do animal. Frangos de corte criados em condições de alta temperatura, apresentam reduzida excreção urinária de Cl^- e alta excreção de K^+ , Na^+ , Mg^+ , Ca^{+2} e Mn^{+2} , fosfato e sulfato, quando comparados com frangos a 24°C (TEETER e BELAY, 1996), o que muda a relação ótima de eletrólitos na ração para o melhor desempenho.

2.3. Principais minerais envolvidos no balanço eletrolítico

Todas as formas vivas necessitam de elementos inorgânicos para que o processo vital seja normal. Os tecidos e os alimentos contêm minerais, variando amplamente, em quantidades e proporções (McDOWELL, 1992).

Os elementos carbono, nitrogênio, oxigênio e hidrogênio, representam 96% do peso corporal dos animais. Os principais cátions e ânions perfazem 3,5% do peso corporal, e o restante é completado por elementos adicionais. O cálcio representa 46% e o fósforo ao redor de 29% do total dos minerais do corpo. O potássio, enxofre, sódio, cloro e magnésio representam em torno de 25%,

enquanto que os microminerais constituem pouco menos de 0,3% do total (McDOWELL, 1992).

Os diversos minerais ingeridos assumem diferentes funções no organismo. Quando ingeridos na forma de sais, eles se dissociam e passam a apresentar cargas nos fluidos orgânicos. Para o bom funcionamento do organismo é necessário um balanço entre as cargas geradas, pois elas refletem em mudanças na ação das enzimas, que varia de acordo com as variações de pH (PATIENCE, 1990).

2.3.1. Cálcio e fósforo

Cálcio e fósforo são considerados juntos porque eles constituem a maior parte dos elementos químicos contidos nos ossos. A deficiência ou excesso de um pode interferir com a própria utilização do outro. A relação cálcio/fósforo do osso é em torno de 2:1, mantendo-se constante em todas as espécies animais (McDOWELL, 1992).

O cálcio é o mineral mais abundante no organismo das aves e 97% do total do cálcio presente nas mesmas encontra-se no esqueleto. O restante é repartido entre os tecidos (principalmente muscular) e o plasma sanguíneo, onde apresenta-se tanto ligado às proteínas quanto na forma ionizada (LEESON e SUMMERS, 2001). É um elemento primordial para a membrana celular na medida em que ele controla sua permeabilidade e suas propriedades eletrônicas. Está ligado às contrações das fibras musculares lisas, à transmissão do impulso nervoso, à liberação de numerosos hormônios e mediadores do sistema nervoso, assim como à atividade plaquetária que está diretamente ligada à coagulação do sangue (BRONNER, 1992).

As trocas entre o tecido ósseo e o plasma sanguíneo se fazem nos dois sentidos, de maneira equilibrada nos indivíduos normais. A quantidade de cálcio presente no sangue (calcemia) resulta de vários movimentos: duas entradas (a absorção do cálcio no intestino delgado e a reabsorção óssea) e duas saídas (depósito nos ossos e perdas através da urina).

A maioria do fósforo do organismo animal se encontra no esqueleto combinado ao cálcio e 10% está presente nos tecidos moles, músculos, fígado e baço. Ele é um elemento essencial do metabolismo de carboidratos, aminoácidos e lipídios, além de ter importante função na coordenação muscular, sistema nervoso, tecido sangüíneo transporte de ácidos graxos e outros lipídios (LEESON e SUMMERS, 2001). Participa também como constituinte de ácidos nucléicos, e componentes de muitas coenzimas, além de estar envolvido no armazenamento e transferência de energia em compostos fosforilados da glicose e seus derivados. O fósforo está envolvido em quase todas, se não em todas as reações metabólicas (McDOWELL, 1992), podendo ser considerado desta forma como um dos elementos químicos mais versáteis no corpo animal. Em aves, a concentração sangüínea de fósforo é de 35 a 45 mg/ 100 ml, sendo que aproximadamente 10% deste está na forma de fosfato inorgânico (SCOTT et al., 1982).

O transporte de cálcio através do epitélio intestinal ocorre por duas vias. Uma rota transcelular ou saturável e uma paracelular ou não saturável (BRONNER, 1992). A primeira esta sujeita a regulação fisiológica e nutricional, pela vitamina D (HURWITZ et al., 1987) e, ocorre principalmente no duodeno e jejuno superior, já a não saturável é independente de regulação fisiológica ou nutricional, mas pode ser afetada pela concentração, e ocorre ao longo de todo o intestino (BRONNER, 1987).

Os principais fatores de regulação do metabolismo do cálcio e do fósforo são o paratormônio, secretado pelas glândulas paratireóides, a calcitonina, secretada pela glândula tireóide e pelos corpúsculos último-branquiais e a vitamina D ativa (1,25-(OH)₂D₃). O paratormônio atua liberando o cálcio a nível ósseo e favorecendo a reabsorção do mineral a nível renal. A calcitonina reduz as concentrações plasmáticas de cálcio, reduzindo a atividade osteoclástica e permitindo a deposição desse mineral no osso (GUYTON, 1997).

Tem-se notado por muitos anos que os níveis de cálcio e fósforo na dieta estão relacionados com a incidência de discondroplasia tibial. Contudo, estudos sugerem que a baixa relação cálcio/fósforo devido ao baixo nível de cálcio poderia aumentar a incidência de discondroplasia tibial nas aves. Segundo alguns

autores a incidência de discondroplasia tibial tendeu a diminuir quando a taxa de cálcio/fósforo foi aumentada pela redução do nível do fósforo disponível na dieta. Assim é possível que a taxa de cálcio/fósforo seja um fator causador da discondroplasia tibial e se o valor de cálcio/fósforo disponível for menor que dois, ele pode ser crítico (TARDIN, 1995).

O uso de dietas pobres em cálcio é então, uma das causas conhecidas das discondroplasias em frangos de corte (EDWARDS, 1992) e o problema se agrava quando a dieta é rica em fósforo. Vários trabalhos mostram o efeito positivo em se elevar o nível de cálcio e baixar o nível de fósforo na redução da discondroplasia tibial. RIDDELL (1992) confirmaram que os frangos alimentados com dietas pobres em cálcio e ricas em fósforo desenvolveram a discondroplasia tibial, e concluíram que os níveis altos de fósforo causam espessamento na zona de crescimento ósseo em frangos com duas semanas de idade, lesão típica de um raquitismo baixo em cálcio e que a evolução das lesões levavam ao desenvolvimento da discondroplasia tibial como resultado da hipertrofia dos condrócitos.

Em geral, o nível de fósforo necessário para a máxima taxa de crescimento é inferior ao nível requerido para a mineralização máxima dos ossos. Como a fonte de fósforo é cara, há uma tendência de se trabalhar com níveis mínimos para garantir um crescimento máximo. A suplementação de cálcio a uma dieta alta em fósforo é eficiente na redução da incidência de discondroplasia tibial, no entanto, o aumento crescente do cálcio deprime o crescimento e eficiência alimentar (TARDIN, 1995).

2.3.2. Cloro, sódio e potássio

Esses três elementos são os principais eletrólitos no sangue, sendo os responsáveis pela manutenção do equilíbrio ácido-básico, que é determinado pela diferença entre cátions e ânions ingeridos e excretados. O sódio é o principal cátion extracelular, representando mais de 90% do total de cátions do plasma e fluido intersticial, enquanto que o potássio é o principal cátion intracelular,

contribuindo com aproximadamente 75% do total de cátions dentro da célula. O potássio contribui com 50% da osmolaridade do fluido intracelular, enquanto que o sódio e o cloro contribuem com 80% da osmolaridade extracelular (McDOWELL, 1992).

Os íons sódio, cloro e potássio nos fluidos corporais estão envolvidos especificamente com o metabolismo de água, absorção de nutrientes e transmissão de impulsos nervosos.

O sódio ainda exerce importante função na manutenção da contração cardíaca e muscular. O cloro por sua vez, participa na manutenção do pH sanguíneo sendo transferido do plasma para os eritrócitos durante a respiração.

O sódio e o cloro auxiliam a passagem de nutrientes para dentro das células, particularmente de açúcares e aminoácidos. Assim, níveis baixos desses minerais comprometerão o metabolismo energético e protéico. A absorção de água e de muitas vitaminas hidrossolúveis devem ser acompanhadas da absorção de sódio (LARBIER e LECLERCQ, 1994).

O sódio e o cloro são absorvidos na porção superior do intestino delgado. O transporte de sódio pelo epitélio intestinal parece ser dependente de um sistema de bombas e, também, pode ser passivo pelos orifícios das membranas celulares (GUYTON, 1997).

O cloro, além de ser o principal ânion do líquido extracelular, é também encontrado nas secreções gástricas, formando o ácido clorídrico que participará da digestão protéica. É também essencial na ativação da amilase intestinal e amplamente distribuído na bile, suco pancreático e secreções intestinais (MAYNARD e LOOSLI, 1984)

Entretanto, TEETER (1997b), ressalta que não se deve suplementar o cloro acima da exigência recomendada, pois esse mineral reduz o BE, comprometendo os processos metabólicos normais. Em acidose metabólica grande parte das enzimas presentes nos animais ficam comprometidas, pois necessitam de uma faixa ideal de pH para o seu funcionamento normal (DARI, 2002).

O cloro, como ânion acidogênico, se estiver em excesso nas rações e estiver diminuindo drasticamente o BE além de predispor a discondroplasia tibial em frangos de corte, também causa uma inibição parcial da enzima anidrase carbônica, necessária para a reação de CO_2 e H_2O com produção de H_2CO_3 que se dissocia em H^+ e HCO_3^- em vários tecidos (YOSELEWITZ e BALNAVE, 1989).

O excesso de cloro nas rações pode ainda estar relacionado com a síndrome da morte súbita, caracterizada por uma hipertensão pulmonar. Guenter e Rotter (1985), citado por DARI (2002), forneceram rações com diferentes níveis de eletrólitos e observaram que a incidência de morte súbita foi maior nas aves alimentadas com elevado nível de cloro. OWEN et al. (1994) ressaltaram que em mamíferos a acidose causa uma vasoconstrição pulmonar, resultando no aumento da pressão arterial e que a alcalose, embora com respostas variáveis causa uma vasodilatação.

Os efeitos do excesso de cloro tornam-se mais agravantes quando o consumo de sódio é inadequado, sendo necessário o tamponamento desse desajuste pelo organismo. Quando o animal consome baixos níveis de sódio na ração, o corpo do animal tem capacidade de conservá-lo, excretando níveis muito baixos desse mineral na urina. Altas concentrações de sódio demandam um aumento na ingestão de água e uma sobrecarga da função renal.

A regulação de sódio corporal é controlada pela ação de hormônios que agem mantendo constante a relação sódio/potássio no fluido extracelular. A aldosterona, secretada no córtex da adrenal, regula a reabsorção de sódio nos túbulos renais. O hormônio antidiurético secretado pela hipófise, é responsável por mudanças na pressão osmótica do fluido extracelular (GUYTON, 1997).

O sistema aldosterona-renina-angiotensina ajusta a reabsorção de sódio nos túbulos renais distais, equilibrando a concentração de sódio no organismo. A renina é uma enzima proteolítica cuja taxa de produção aumenta na deficiência de sódio. Ela proporciona a liberação da angiotensina II que é o maior fator de secreção e liberação de aldosterona. Quando há um aumento na reabsorção de sódio há um controle por feedback que desativa o sistema supracitado.

O metabolismo do cloro é controlado em relação ao sódio, além da influência do íon bicarbonato no plasma que uma vez aumentando proporcionará eliminações comparáveis de cloro.

O potássio é o terceiro mais abundante mineral nos animais. Ele parece ter dentro das células as mesmas funções que o sódio no plasma e no fluido intersticial, como controle da pressão osmótica, transporte de oxigênio e dióxido de carbono no sangue, ativa ou age como co-fator em vários sistemas enzimáticos, auxilia na função olfativa das aves, mantém o equilíbrio ácido-básico e o balanço hídrico (HOOGE e CUMMINGS, 1995). Além disso participa no mecanismo de transporte ativo, o qual depende da separação de concentrações específicas de sódio e de potássio pela bomba de sódio. A manutenção deste gradiente de concentração é importante para o transporte de substratos, como glicose e aminoácidos, para dentro e fora da célula (McDOWELL, 1992). O transporte ativo processa sódio, potássio e ATP, e é importante para o equilíbrio eletrolítico e distribuição da água entre os compartimentos fluidos, atividade elétrica nos nervos e músculos, respiração celular e função gastrointestinal (HOOGE e CUMMINGS, 1995).

O potássio é absorvido principalmente por difusão simples no intestino delgado superior, mas alguma absorção também ocorre no intestino delgado inferior e intestino grosso. Diarréia e outros distúrbios do trato gastrintestinal podem interferir com a absorção normal, aumentando a exigência para esse mineral (McDOWELL, 1992).

A regulação de potássio corporal é controlada pela ação de hormônios que agem mantendo constante a relação sódio/potássio no fluido extracelular, a exemplo da regulação do sódio. A aldosterona, secretada no córtex da adrenal, regula a reabsorção de sódio e a excreção de potássio pelos túbulos renais. A produção hormonal é controlada por vários receptores que são afetados pela pressão osmótica e níveis de concentração de vários eletrólitos (GUYTON, 1997).

O balanço negativo de potássio, ou seja, a diminuição do nível de potássio pode acarretar um prejuízo significativo no equilíbrio osmótico e no metabolismo e, por conseqüência, no desempenho das aves (DARI, 2002).

Geralmente, é comum ocorrer a redução do nível de potássio em ambientes com elevadas temperaturas. Primeiramente, ocorre redução no consumo de ração e em segundo plano as aves entram em alcalose respiratória. O pH sanguíneo elevado significa concentração abaixo do normal de íons H^+ , o que provoca um aumento na excreção de potássio pelos rins. Essa perda de potássio implica na redução da água do organismo. Uma vez desidratada, a ave não será tão eficiente no processo de perda de calor por evaporação pelas vias respiratórias, aumentando assim a mortalidade do lote (DARI, 2002). Pesquisas têm mostrado que o fornecimento de potássio via água para aves desidratadas contribui para a redução da perda de água via urina, o que contraria a hipótese de que o aumento do consumo de água é que provoca a perda de eletrólitos (TEETER, 1997b).

KIDD (2001) afirma que o manejo da água é de fundamental importância para o controle do estresse por calor em aves. A adição de vários sais na água de bebida altera o balanço osmótico da água, aumenta o consumo de água e exerce influência no balanço hídrico. Independente da forma ou da quantidade de suplemento mineral fornecido, a principal razão do seu uso é aumentar o consumo de água, melhorando assim a dissipação respiratória do calor e normalizando a concentração plasmática de eletrólitos.

A suplementação de eletrólitos via água tem o objetivo primário de restabelecer os níveis adequados de sódio e de potássio em aves estressadas. O fornecimento de uma mistura de eletrólitos com um balanço ($Na^+ + K^+ - Cl^-$) elevado é benéfico, pois contribui para melhorar o BE da ração ingerida. Os BE normalmente utilizados na prática variam de 150 a 230 mEq/kg de ração. Alguns trabalhos encontrados na literatura mostram que a elevação deste número pode ser benéfica (DARI, 2002).

2.3.3. Magnésio

O magnésio é o cátion intracelular mais importante, depois do potássio. Aproximadamente 70% do total no organismo acham-se no esqueleto, encontrando-se o restante amplamente distribuído nos vários fluidos e tecidos moles (MAYNARD e LOOSLI, 1984).

No esqueleto, o magnésio é importante para a integridade dos ossos e dentes. Ele está associado ao cálcio tanto na sua distribuição como no seu metabolismo. Existem inter-relações entre o magnésio, o cálcio e o fósforo. Ficou demonstrado com animais de laboratório que aumentando-se o cálcio ou o fósforo em rações com níveis adequados de magnésio e outros nutrientes, resultou em deficiência de magnésio. Outra descoberta com animais de laboratório revelou que a injeção de magnésio causa uma grande perda de cálcio na urina com sintomas patológicos paralelos e que o magnésio interfere com a calcificação "in vitro" (MAYNARD e LOOSLI, 1984). LEESON e SUMMERS (2001) relatam que o aumento dos níveis de cálcio e fósforo nas rações deve ser acompanhado do aumento do teor de magnésio.

O magnésio também é um componente ativo de vários sistemas enzimáticos, atuando em enzimas do ciclo de Krebs e na via das pentoses. Dentro da célula, o magnésio está predominantemente associado com a mitocôndria. Ele está envolvido no metabolismo de carboidratos e lipídeos como catalisador enzimático. A fosforilação oxidativa sofre uma grande diminuição na ausência de magnésio. Ele também intervém na duplicação dos ácidos nucléicos, na excitabilidade neural e na transmissão de influxo nervoso agindo sobre as trocas iônicas da membrana celular (SWENSON, 1996).

2.3.4. Eletrólitos e o metabolismo de aminoácidos

O metabolismo de aminoácidos é influenciado pelo balanço ácido-básico nos animais. Interações bioquímicas e fisiológicas ocorrem freqüentemente mas

as considerações em termos qualitativos e quantitativos ainda permanecem obscuras.

A oxidação protéica tem sido considerada como um fator de contribuição para que o organismo animal quebre sua homeostasia e entre em acidose. Entretanto, PATIENCE (1990) descreve que o produto dessa oxidação está diretamente ligado aos aminoácidos de origem. A oxidação de aminoácidos neutros não influencia o "status" ácido-básico do animal, enquanto que a oxidação de aminoácidos dicarboxílicos (ácidos aspártico e glutâmico) tende a causar alcalose metabólica. Caso o aminoácido seja básico (arginina e lisina) ou estiver fosforilado (fosfoserina), sua degradação levará o animal a uma acidose metabólica.

É difícil prever a acidogenicidade da degradação protéica associada a uma determinada dieta, pois depende do balanço dos aminoácidos oxidados, não do conteúdo dos mesmos na dieta. Entretanto, podemos recorrer a fórmula proposta por MONGIN (1981) para inferir se uma dieta é acidogênica ou não.

A excreção de ácidos (ou conservação de HCO_3^-) é dependente da função renal em termos de regulação da homeostasia. Os suínos eliminam os ácidos via renal através de prótons livres e via amônia, que é o principal composto formado em resposta a uma acidose metabólica. Para esse propósito, o organismo precisaria suprir o aumento da necessidade do aminoácido precursor, a glutamina. Mais tarde, WALSER (1986) relatou que a excreção de amônia somente refletiria uma acidose, se fosse acompanhada da eliminação de Cl^- ou que o mesmo fosse trocado pelo Na^+ , sendo ainda necessária a oxidação completa do glutamato, gerado pela hidrólise da glutamina.

Em condições normais, a glutamina presente na dieta é suficiente para promover a formação de amônia. Entretanto, quando a dieta é pobre nesse aminoácido ou em caso de acidose severa, o organismo sacrifica sua massa corporal, particularmente a musculatura esquelética para liberá-lo. HANNAFORD et al. (1982), relataram que o bicarbonato de sódio e o de potássio conservam a massa corpórea em humanos quando submetidos à acidose metabólica proveniente do jejum.

Com isso, verifica-se o papel do balanço ácido-básico na utilização de aminoácidos, envolvendo inter-relações entre os tecidos renal, hepático e muscular esquelético. Embora a glutamina seja o precursor primário da amônia, outros aminoácidos, como a serina e a glicina também podem estar envolvidos (LOWRY et al., 1987).

Outra interação existente entre eletrólitos e aminoácidos é a respeito do antagonismo lisina x arginina. O excesso de lisina dietética acarretará um aumento de sua concentração no plasma sangüíneo, com uma diminuição da concentração de arginina. Trabalhos realizados com suínos têm mostrado que a lisina altera a utilização da arginina, aumentando sua degradação via atividade da enzima renal arginase que converte a arginina em ornitina e uréia e diminuindo a síntese de creatina a partir da arginina, glicina e metionina. Além disso, o excesso de lisina circulante pode depreciar o apetite (AUSTIC e CALVERT, 1981).

O'DELL e SAVAGE (1966) foram os primeiros que demonstraram que o antagonismo lisina x arginina pode ser afetado pelos cátions dietéticos. O ganho de peso das aves que receberam dietas com altos teores de lisina suplementadas com sais de sódio ou potássio foi similar ao obtido por aquelas que receberam suplementação dietética com arginina.

SCOTT e AUSTIC (1978) verificaram melhora no crescimento de aves alimentadas com dietas contendo altos teores de lisina e suplementadas com sais de potássio. Eles concluíram que os efeitos benéficos desses cátions poderiam ser atribuídos a uma restauração do antagonismo lisina x arginina e uma melhora no apetite como consequência. Essa restauração a níveis normais desses aminoácidos é que não está bem esclarecida.

Estudos têm demonstrado que a adição de cloro exacerba o antagonismo lisina x arginina. Ocorre um aumento na atividade da enzima arginase e conseqüentemente uma maior degradação da arginina.

Esse assunto ainda permanece muito abstrato e a evidência mais clara é a de que dietas tanto de suínos quanto de aves, quando suplementadas com sais alcalinos, melhoram substancialmente a performance dos animais. Deve-se

ressaltar que muitos dos trabalhos conduzidos com excesso de lisina não possuíam dietas a base de farelo de soja, que possui alto teor de potássio. Com isso pode-se suspeitar que os sais adicionados estariam contribuindo para um melhor balanço ácido-básico.

A conexão entre o metabolismo de minerais e aminoácidos é um assunto que requer mais pesquisas a respeito, mas que influencia certamente a performance produtiva das aves.

2.3.5. Efeito dos eletrólitos na umidade dos dejetos

Os eletrólitos na ração consumida pelas aves exercem grande influência na umidade das excretas das mesmas. CASADO e VIRSEDA (1983), citam dados de Hijikuro (1976) em que o autor, trabalhando com aves em recria, e suplementando níveis crescentes de cloreto de sódio, observou que à medida que o consumo de sal aumentou, ocorreu um aumento do consumo de água e da produção de "urina". Em outro experimento, Hijikuro (1976) estudou o efeito da combinação de sulfato de potássio (K_2SO_4) e NaCl, concluindo que tanto o sódio quanto o potássio promovem o aumento da excreção de água e que a ação desses dois eletrólitos é aditiva.

OLIVEIRA (2002), ao estudar níveis crescentes de potássio sobre o consumo de água e características da excreta de frangos de corte, concluiu que tanto a deficiência quanto o excesso de potássio levaram ao aumento no consumo de água e a diminuição da matéria seca das excretas. O autor ainda relatou que o conteúdo e o balanço de potássio nas excretas elevou-se linearmente com o aumento do potássio consumido.

DARI (2002) também relatou que o excesso de cloro causa aumento de umidade nas fezes, e conseqüentemente, na cama dos aviários.

2.4. Peso e rendimento de carcaça e cortes nobres

Com o atendimento das exigências nutricionais, o metabolismo realiza-se de forma a manter o equilíbrio entre os diferentes sistemas orgânicos. O mesmo não se observa quando há algum tipo de estresse, como deficiência ou excesso de algum nutriente, alteração de temperatura, restrição de alimento ou ainda a forma física da ração a ser fornecida. Com o intuito de compensar esse estresse, o organismo busca novo equilíbrio orgânico, por intermédio de estímulos desencadeados pelo sistema nervoso para os diversos órgãos (VARGAS, 1997).

O nutricionista, para formular as rações para aves e suínos, deve considerar a relação proteína:energia e a relação proteína e aminoácidos. Donaldson et al. (1956), citado por PESTI, (1999), descobriram que o nível de energia produtivo da ração influencia o nível de proteína exigido na ração quando medido pela taxa de crescimento, consumo de ração e composição corporal.

Considerando a energia como o componente mais estudado e utilizando a eficiência de transformação da energia metabolizável consumida (EMc) para energia retida em tecido magro (0,66) e para a energia retida em gordura (0,86), Boekholt et al. (1994), citado por ALBINO et al. (2000) demonstraram a equação: $EMc = EMm + ERtm/0,66 + ERg/0,86$. Esses autores sugeriram que, no crescimento inicial das aves, a EM consumida é distribuída de forma uniforme para manutenção, retenção de proteína e gordura. No entanto, com o avanço da idade, a ave exige menor requerimento de energia, para deposição de proteína; o oposto ocorre para a retenção de gordura. Dessa forma, uma redução no consumo de energia, após determinada idade, irá limitar a retenção de gordura, sem influir na retenção de tecido magro.

UZU (1982), utilizando rações com 20% e 16% de proteína bruta na fase final para frangos de corte, encontrou aumento na deposição de gordura corporal

para as rações com menor teor de proteína. Segundo McLEOD (1982), em consumo de ração com alto teor de proteína, a deposição de gordura é menor, em virtude do gasto de energia para a formação e eliminação de ácido úrico.

Suplementar rações contendo baixo nível de proteína com metionina e lisina, até os níveis contidos numa ração com alto nível de proteína, previne o aumento da deposição de gordura na carcaça. Pode-se concluir que o aumento na porcentagem de gordura corporal é causado pelo aumento compensatório no consumo, na tentativa de obter a quantidade de aminoácidos necessária para máximo crescimento (BRAGA, 2001).

BAZIZ et al. (1996), trabalhando com frangos de corte de quatro a sete semanas de idade, mantidos em ambiente termoneutro (22°C) e no estresse de calor (32°C), constataram alterações tanto no peso em gramas, quanto no rendimento da carcaça, das pernas (coxa e sobrecoxa), do peito e da gordura abdominal. Esses autores verificaram também que o peso em gramas de todos os componentes estudados foi maior para os animais mantidos a 22°C, recebendo a mesma quantidade de ração que os mantidos no calor. Contudo, quando os resultados foram analisados em porcentagem (g/100g de peso corporal), observou-se inversão nos resultados obtidos para rendimento de carcaça e das pernas, que passaram a ser maiores nas aves mantidas no calor.

Os estudos avaliando rendimento de carcaça e cortes nobres dos frangos de corte encontrados na literatura estão diretamente relacionados à relação energia:proteína, ou ao efeito da temperatura ambiente. Por isso, torna-se necessário a realização de trabalhos que avaliem o rendimento de carcaça e cortes nobres dessas aves em função do equilíbrio ácido-básico ou outro fator que influencie a homeostasia das mesmas.

2.5. Tecido ósseo

No passado, o osso era considerado apenas um tecido de suporte mecânico importante para dar forma ao animal. Hoje, sabe-se que o osso é um tecido heterogêneo e complexo que, além de suportar a musculatura e todo o peso do animal, está intimamente relacionado com o crescimento em geral. Ele é uma substância viva com vasos sanguíneos, vasos linfáticos e nervos, que cresce e está sujeito a doenças, e que cicatriza quando fraturado. Torna-se mais delgado e mais fraco pelo desuso e hipertrofia-se para suportar o peso aumentado (GETTY, 1986). Em razão da multiplicidade de funções, sua formação e absorção é altamente organizada e precisamente controlada. A estrutura óssea é altamente maleável, pois funciona como reserva de Ca e P, que são prontamente mobilizadas para a manutenção do balanço metabólico e homeostasia celular.

O osso é uma forma especializada de tecido conjuntivo que, como os demais, é constituído por células e matriz extracelular. A característica que o distingue é a mineralização da matriz, o que produz um tecido extremamente duro, capaz de desempenhar funções de sustentação e proteção (ROSS e ROWRELL, 1993). No adulto, o osso contém, com base no seu peso líquido, cerca de 25% de água, 45% de cinzas e 30% de matéria orgânica. O cálcio responde por cerca de 37% do conteúdo de cinzas e o fósforo por aproximadamente 18,5%. Com base no peso seco, o conteúdo mineral do osso está entre 65 e 70%, com fração orgânica em torno de 30 a 35%. Da fração orgânica, 95 a 99% é colágeno que, sob aquecimento em solução aquosa converte-se em gelatina (SWENSON, 1996). O cálcio da matriz extracelular, é encontrado na forma de cristais de hidroxiapatita $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ e pode ser mobilizado e captado pelo sangue, para manter níveis apropriados em todos os tecidos do corpo, caso seja necessário.

Quanto aos constituintes minerais do osso, estes estão em troca constante com os constituintes do plasma. A desmineralização do osso ocorre quando a ingestão de minerais é inadequada ou quando sua perda é excessiva. A ossificação envolve a precipitação dos sais do osso na matriz, por meio de um equilíbrio físico-químico, envolvendo o Ca^{+2} , o HPO_4^{-2} e o PO_4^{-3} . A fosfatase alcalina, enzima que libera o fosfato dos ésteres orgânicos, pode produzir o fosfato inorgânico, que reage com o cálcio para formar o fosfato de cálcio insolúvel. A fosfatase não é encontrada na matriz, mas sim nos osteoblastos do osso em crescimento (ALBUQUERQUE, 1988).

O crescimento e a remodelagem dos ossos longos das aves são regulados por complexas interações entre o potencial genético, influências ambientais e pela nutrição. Nas aves, os ossos longos aumentam longitudinalmente e em diâmetro por um processo denominado modelagem. Já a remodelagem é o termo usado para descrever processos de reabsorção e formação de tecido mineralizado que mantém a massa do esqueleto e a morfologia nas aves adultas (TARDIN, 1995). Muitos dos problemas ou lesões do aparelho locomotor das aves são consequência de anormalidades nos processos de modelagem e remodelagem óssea.

Aproximadamente um terço da massa óssea é composta por proteína, ressaltando a importância desse nutriente na formação do esqueleto das aves. SUMMERS et al. (1984) relataram que os problemas de pernas são oriundos de situações complexas, que envolvem interrelações entre diversos nutrientes. Nesse contexto, Wong et al. (1977), citado por SUMMERS et al. (1984) relatam que o excesso de proteína na dieta acarreta um aumento no tamanho das glândulas adrenais. Além disso, dietas com altos níveis protéicos, podem interferir com o metabolismo do ácido fólico e aumentar a incidência de problemas de pernas.

Ao avaliar níveis energéticos e protéicos nas rações de frangos de corte, SAUVEUR (1984) concluiu que altos níveis de energia e proteína podem contribuir para um aumento na incidência de problemas de perna, sem necessariamente afetar a velocidade de crescimento. Entretanto, tais dietas são geralmente usadas para maximizar a eficiência alimentar.

HEANEY (1998), estudando o nível protéico e o metabolismo ósseo em humanos, verificou que rações com altos níveis protéicos acarretam um aumento na excreção urinária de cálcio, diminuindo os níveis séricos desse mineral. Outro nutriente associado à redução da massa óssea quando em excesso no sangue é o sódio por também aumentar a excreção de cálcio via urina.

2.6. Tecido sangüíneo

A função fundamental do sangue é a manutenção da homeostasia. Dentre as funções do sangue, destacam-se:

- a) Respiração: transporte de oxigênio dos pulmões para os tecidos e dióxido de carbono dos tecidos para os pulmões;
- b) Nutrição: transporte de nutrientes absorvidos;
- c) Excreção: transporte dos resíduos metabólicos para os rins, pulmões, pele e intestino, para serem eliminados;
- d) Manutenção do equilíbrio ácido-básico normal no organismo;
- e) Regulação do equilíbrio hídrico através dos efeitos do sangue sobre o intercâmbio de água entre o líquido circulante e o líquido tecidual;
- f) Regulação da temperatura corporal pela distribuição do calor pelo corpo;
- g) Defesa contra as infecções por intermédio dos leucócitos e dos anticorpos circulantes;
- h) Transporte de hormônios; regulação do metabolismo;
- i) Transporte de metabólitos.

As células do sangue e compartimentos líquidos do corpo ajudam nessas funções. Os leucócitos defendem o organismo; os eritrócitos contêm hemoglobina, a qual transporta oxigênio e dióxido de carbono. Os constituintes extracelulares incluem a água, eletrólitos, proteínas, glicose, enzimas e

hormônios. A manutenção de uniformidade e estabilidade no líquido extracelular denomina-se homeostasia, condição que propicia um ótimo funcionamento celular. A homeostasia é mantida por processos fisiológicos, tais como difusão, gradientes de concentração e transporte ativo e, ainda, por mecanismos reguladores controlados pelos sistemas nervoso e endócrino (SWENSON, 1996).

2.6.1. Células do sangue

São reconhecidas três classes de células: eritrócitos (células vermelhas), leucócitos (células brancas) e trombócitos (plaquetas). A cor vermelha do sangue é dada pela hemoglobina contida nos eritrócitos. Todas essas células estão suspensas no líquido denominado plasma.

A origem do aparelho circulatório é no saco vitelínico por células chamadas hemohistioblastos, que são provenientes do mesoderma. Essas células vão formar os promegaloblastos basófilos que originam os glóbulos vermelhos embrionários. Esses glóbulos ainda precisam passar por uma série de mitoses a fim de perderem o seu conteúdo de RNA para se transformar num glóbulo apolar. Esse período é chamado de período embrionário ou pré-hepático, porque logo depois da formação dos vasos sangüíneos e das cavidades que formam ventrículos e átrios há a formação do fígado, baço e timo. Esses órgãos vão assumir a hematopoiese, que é a formação de todas as células sangüíneas fora do vaso sangüíneo.

Os hemohistioblastos também dão origem aos hemocitoblastos, que após inúmeras diferenciações originarão os eritroblastos, precursores dos eritrócitos e capazes de sintetizar a hemoglobina (MOORE, 1995).

A hemoglobina é o pigmento respiratório dos eritrócitos, dotado da propriedade reversível de incorporar oxigênio ou liberá-lo, dependendo basicamente da tensão de oxigênio do meio que a circunda. Participa da regulação ácido-básico, através da formação do ácido carbônico (H_2CO_3) e sua dissociação em bicarbonato (HCO_3^-) e o íon hidrogênio (H^+) por intermédio da enzima anidrase carbônica.

Os glóbulos brancos do sangue são células amebóides, dotadas de núcleo e citoplasma. As células encontradas no sangue normal são classificadas de acordo com sua reação de coloração, em leucócitos granulares (neutrófilos, eosinófilos e basófilos) e leucócitos agranulares (linfócitos e monócitos). Os leucócitos são muito menos numerosos que os eritrócitos na corrente sanguínea, existindo nas aves uma proporção 100 eritrócitos para um leucócito. Outra diferença é que os eritrócitos funcionam na circulação, enquanto que os leucócitos desempenham suas funções predominantemente nos tecidos, participando ativamente da resposta imunológica (SWENSON, 1996).

Os trombócitos, também conhecidos como plaquetas sanguíneas, são células nucleadas e em formato de esfera nas aves, muito numerosas na corrente sanguínea. O tempo de vida das plaquetas é relativamente curto. Elas sobrevivem de oito a onze dias em sangue circulante e sua principal função é impedir a hemorragia quando os vasos sanguíneos são lesados (STITES e TERR, 1991).

2.6.2. Proteínas plasmáticas

O comportamento das variáveis bioquímicas das aves difere em muitos aspectos comparados aos mamíferos. Seus valores dependem da espécie, raça, alimentação, estado produtivo, sistemas de produção, etc (GOMEZ PIQUER, 1992). Dentre essas variáveis, estão as proteínas plasmáticas totais, que segundo CARSIA e HARVEY (2000) apresentam um teor de variação no sangue das aves de 3 a 6 g/dl.

Dentre as proteínas plasmáticas identificadas no sangue das aves destacam-se a albumina e as globulinas (α_1 , α_2 , β_1 , β_2 e γ). A albumina plasmática e parte das globulinas são formadas no fígado. As γ globulinas são formadas nos linfonodos e outras células do sistema reticuloendotelial do baço e medula óssea (SWENSON, 1996).

A principal função da albumina é a regulação da pressão osmótica, sendo responsável por cerca de 75 a 80% do efeito osmótico do plasma. Apenas cerca de 40% da albumina está presente na circulação, sendo o restante encontrado no

espaço extravascular de tecidos, sobretudo no músculo, na pele e no intestino. Outra função é o transporte de diversas substâncias, particularmente de bilirrubina e ácidos graxos livres (SMITH et al., 1988).

As globulinas recebem a classificação α_1 , α_2 , β_1 , β_2 e γ em função da sua mobilidade eletroforética. As α_1 globulinas ligam-se e transportam o retinol, a tiroxina, o cortisol e corticosterona, enquanto que as α_2 globulinas transportam o cobre. A β_1 globulina liga-se e transporta o ferro e a β_2 globulina está associada com o antígeno de histocompatibilidade. As γ globulinas relacionam-se com a resposta imunológica e a produção de anticorpos (SMITH et al., 1988).

CAPÍTULO 1

BALANÇO ELETROLÍTICO E NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA SOBRE O DESEMPENHO DE AVES DE CORTE DE UM A 21 DIAS DE IDADE

1. INTRODUÇÃO

A manutenção do equilíbrio ácido-básico tem grande importância fisiológica e bioquímica, visto que as atividades das enzimas celulares, trocas eletrolíticas e manutenção do estado estrutural das proteínas dos organismos são profundamente influenciadas por pequenas alterações no pH sanguíneo (MACARI, 1994).

Modificações na concentração do íon hidrogênio, em relação ao valor normal, podem causar acentuadas mudanças na velocidade das reações químicas das células, algumas reduzidas, outras aceleradas. Problemas como a má qualidade da casca do ovo, a má adaptação ao estresse térmico, o baixo desempenho dos animais, o antagonismo lisina-arginina e a discondroplasia tibial podem ser desencadeados ou piorados pelo desequilíbrio ácido-base nas aves.

O metabolismo protéico, energético, mineral e a regulação ácido-básico são processos interrelacionados que influenciam no desempenho das aves (PATIENCE, 1990). As rações animais não têm carga neutra, porém, todas as

cargas negativas devem ser balanceadas com as cargas positivas e a soma total dos eletrólitos fornecidos na ração tem uma influência direta na regulação do equilíbrio eletrolítico do animal. Estudos têm demonstrado que o sódio e o potássio possuem efeito alcalinizante nos fluídos corporais, o bicarbonato tem efeito tamponante e o cloro efeito acidificante. Outras pesquisas têm revelado que o excesso de cloro pode ocasionar problemas nas pernas e nas articulações em aves de corte, além de prejudicar o desempenho das mesmas (HOOGE, 1998).

SAUVEUR e MONGIN (1978) demonstraram que a acidose metabólica proveniente do excesso de cloro na dieta aumentou a incidência de discondroplasia tibial e o excesso de sódio e/ou potássio diminuiu tal enfermidade. Nas aves com discondroplasia tibial foi verificado baixo desempenho e redução da conversão de 25-hidroxicolecalciferol para 1,25 dihidroxicolecalciferol, sendo que este efeito no metabolismo da vitamina D pode estar envolvido com desordens do tecido ósseo.

MONGIN (1981) determinou que deve ser utilizado simultaneamente para frangos de corte, balanço eletrolítico (BE) de 250 mEq/kg e que a relação $(K + Cl)/Na$ deve ser maior que 1. Segundo MESCHY (1999) o BE depende principalmente do conteúdo de proteína e do tipo de suplementação de Na utilizado. Isto ocorre em decorrência da produção de íons provenientes do metabolismo dos aminoácidos e da utilização de bicarbonato na ureogênese. O autor ainda destaca que a redução do nível protéico da dieta seria desejável a fim de evitar a perda de nitrogênio que causa impacto ambiental.

O objetivo deste trabalho foi determinar o melhor valor de BE de rações com dois níveis de proteína bruta sobre o desempenho de pintos de corte de um a 21 dias de idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local e duração

O presente trabalho foi conduzido no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de outubro a novembro de 2001.

2.2. Animais, instalação utilizada e manejo geral

Foram utilizados 2.112 pintos da marca comercial Ross, machos, alojados em galpão de alvenaria, com pé direito de 3,0 metros de altura, cobertura com telhas de cimento amianto provido de lanternim, mureta com laterais de 0,50 m, tela de ½". Foram utilizados boxes de 1,25 x 1,80 m (2,25 m²) com piso de cimento. No piso de cada boxe foi colocada maravalha como cama (altura de 10 cm).

As aves que morreram até o quinto dia, foram substituídas por aves, mantidas em boxes extras, sendo estas criadas nas mesmas condições de manejo das aves em experimento.

Durante o período experimental foi adotado programa de luz contínuo (24 horas de luz natural + artificial). Para aquecimento das aves, do 1º ao 15º dia, foram utilizadas lâmpadas infravermelhas de 250W, com altura regulável.

As variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, foram medidas com termômetros de máxima e mínima, termômetro de bulbo seco e úmido e termômetro de globo negro para obtenção do ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade). A temperatura do galpão foi registrada diariamente e as leituras foram feitas às 7 horas e às 19 horas por termômetros de máxima e mínima (Tabela 1). As leituras dos termômetros das demais variáveis

foram realizadas cinco vezes ao dia (7, 10, 13, 16 e 19 h) e suas médias podem ser observadas na tabela 2.

Tabela 1 - Temperatura registrada no período de um a 21 dias de idade

Período (dias)	Temperatura (°C)			
	Máxima		Mínima	
	Absoluta	Média	Absoluta	Média
1 a 7	31	30	18	20
8 a 14	32	30	18	22
15 a 21	30	29	14	18
Média	-	30	-	20

Tabela 2 - Média das condições ambientais registradas durante o período experimental

Período (dias)	Umidade relativa (%)	ITGU
1 a 7	67 ± 5,9	74 ± 0,9
8 a 14	71 ± 6,1	75 ± 1,0
15 a 21	61 ± 3,5	73 ± 1,7
Média	66 ± 5,2	74 ± 1,2

ITGU = $T_{gn} + 6,36 T_{po} - 330,08$; em que: T_{gn} = temperatura de globo negro (°K) e T_{po} = temperatura de ponto de orvalho (°K).

2.3. Rações experimentais

Foram utilizadas duas rações basais, formuladas à base de milho, de farelo de soja e de farelo de glúten de milho, contendo 20 e 23% de proteína bruta (PB), de forma a atender as recomendações nutricionais segundo ROSTAGNO et al. (2000), exceto cloro e potássio para a fase de um a 21 dias. Essas rações foram formuladas de forma a conter BE de 150 mEq/kg, sendo utilizado como fonte de cloro o cloreto de amônia (Tabela 3).

Os valores de BE foram calculados utilizando a seguinte fórmula sugerida por MONGIN (1981):

$$BE = (\%Na^+ \times 100/22,990^*) + (\%K^+ \times 100/39,102^*) - (\%Cl^- \times 100/35,453^*)$$

(* Equivalente grama do Na^+ , K^+ ou Cl^- , respectivamente.)

2.4. Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8x2 (oito níveis de BE dentro de dois níveis de PB), seis repetições e 22 aves por unidade experimental. Cada ração basal (20 e 23% de PB) foi suplementada com cloreto de amônia (NH_4Cl) ou carbonato de potássio (K_2CO_3), em substituição ao material inerte, de forma a obter 8 níveis (0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 350 mEq/ kg) de BE. As aves foram distribuídas uniformemente com um dia de idade e com peso médio de 45 g.

O cloreto de amônia (NH_4Cl) foi utilizado para se obter os balanços de 0; 50; e 100 mEq/kg e o carbonato de potássio (K_2CO_3) para balanços de 200; 250; 300 e 350 mEq/kg. Os tratamentos experimentais podem ser observados na tabela 4.

Tabela 3 - Composição percentual das rações experimentais

Ingredientes		Ração 20%	Ração 23%
Milho		60,870	55,913
Farelo de soja		30,128	28,853
Farelo de glúten de milho		–	7,941
Óleo de soja		2,571	1,632
Calcário		1,000	1,027
Fosfato bicálcico		1,860	1,826
DL – Metionina (99%)		0,285	0,130
L – Arginina (99%)		0,097	–
Glicina		0,296	–
L – Lisina HCl (98%)		0,332	0,295
L – Treonina (98,5%)		0,139	0,007
L – Triptofano (99%)		0,012	–
Sal comum		0,469	0,460
Cloreto de amônia		0,122	0,134
Cloreto colina (60%)		0,100	0,100
Mistura Vitamínico ¹		0,100	0,100
Mistura Mineral ²		0,050	0,050
Virginamicina ³		0,050	0,050
Anticoccidiano ⁴		0,055	0,055
Antioxidante ⁵		0,010	0,010
Areia lavada (inerte)		1,500	1,500
TOTAL		100,00	100,00
Composições Calculadas			
Energia Metabolizável	(kcal/ kg)	3.000	3.000
Proteína bruta	(%)	20,00	23,00
Cálcio	(%)	0,960	0,960
Fósforo total	(%)	0,668	0,679
Fósforo disponível	(%)	0,450	0,450
Sódio	(%)	0,225	0,222
Potássio	(%)	0,737	0,712
Cloro	(%)	0,484	0,457
Arginina total	(%)	1,324	1,321
Arginina digestível	(%)	1,260	1,260
Glicina + Serina	(%)	2,096	2,096
Metionina + Cistina total	(%)	0,890	0,901
Metionina +Cistina digestível	(%)	0,815	0,815
Lisina total	(%)	1,250	1,252
Lisina digestível	(%)	1,143	1,143
Treonina total	(%)	0,874	0,873
Treonina digestível	(%)	0,766	0,766
Triptofano total	(%)	0,245	0,243
Triptofano digestível	(%)	0,221	0,221
Balanço Eletrolítico	(mEq/kg)	150	150

¹ Rovimix (Roche) - Níveis de garantia por quilo do produto: vitamina A - 10.000.000 UI; vitamina D3 - 2.000.000 UI; Vitamina E - 30.000 UI; Vitamina B1 - 2,0g; Vitamina B6 - 4,0 g; Ác. Pantotênico - 12,0g; Biotina - 0,10g; Vitamina K3 - 3,0 g; Ácido fólico - 1,0 g; Ácido nicotínico- 50,0 g; Vitamina B12 - 15.000 mcg; Selênio - 0, 25 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g.

² Roligomix (Roche) - Níveis de garantia por quilo de produto: Manganês 16,0 g; Ferro - 100,0 g; Zinco - 100,0 g; Cobre - 20,0 g; Cobalto - 2,0 g; Iodo - 2,0 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g.

³ Stafac[®] - 50 %.

⁴ Coxistac[®] (Salinomicina) - 12 %.

⁵ Hidroxi Butil Tolueno.

Tabela 4 - Tratamentos constituídos pelas rações basais (20 e 23% de PB) suplementadas com NH₄Cl ou K₂CO₃

BE (mEq/kg)	Ração Basal (kg)	Inerte (kg)	NH ₄ Cl (kg)	K ₂ CO ₃ (kg)	Total (kg)
0	98,5	0,693	0,807	-	100
50	98,5	0,962	0,538	-	100
100	98,5	1,231	0,269	-	100
150	98,5	1,500	-	-	100
200	98,5	1,151	-	0,349	100
250	98,5	0,802	-	0,698	100
300	98,5	0,453	-	1,047	100
350	98,5	0,104	-	1,396	100

NH₄Cl – peso molecular (U.M.A.) = 53,45; pureza 99,5 %.

K₂CO₃ – peso molecular (U.M.A.) = 138,20; pureza 99,0 %.

2.5. Parâmetros avaliados

Durante o período experimental, as aves foram pesadas semanalmente após jejum alimentar de seis horas para a avaliação dos parâmetros de desempenho (ganho de peso, conversão alimentar e consumo de ração).

2.6. Análises Estatísticas

As análises estatísticas dos dados obtidos, foram realizadas usando o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997), onde foi feita uma análise de variância, com posterior uso de regressão polinomial para cada variável estudada, além do teste de F a 5% de probabilidade na comparação de médias dos tratamentos para cada nível protéico estudado.

Por interesse do estudo, optou-se pelo desdobramento do BE dentro de cada nível protéico, independente da interação ter sido significativa.

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + P_j + N_i/P_j + E_{ijk}$$

onde: Y_{ijk} = parâmetro observado na unidade experimental k, do nível de balanço eletrolítico i, dentro do nível de proteína bruta j;

μ = média geral observada;

N_i = efeito do balanço eletrolítico i; i = 0; 50; 100; 150; 200; 250; 300; 350;

P_j = efeito do nível de proteína bruta j; j = 20 e 23%;

N_i/P_j = efeito do balanço eletrolítico i, dentro do nível de proteína bruta j;

E_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Desempenho dos pintos de um a 7 dias

Não se observou interação do BE para nenhum dos parâmetros de desempenho avaliados. Os dados de ganho de peso, o consumo de ração e conversão alimentar, encontram-se na tabela 5. O BE influenciou ($P < 0,01$ e $P < 0,05$) o ganho de peso das aves alimentadas com 20 e 23 % de PB na ração. Foi significativo ($P < 0,05$) apenas o consumo das aves que receberam 20 % de PB na ração.

Tabela 5 - Efeito de balanços eletrolíticos (BE) para 20 e 23% de proteína sobre o desempenho de pintos de corte de um a 7 dias

Níveis de BE mEq/kg	Ganho de Peso (g)		Consumo de Ração (g)		Conversão Alimentar	
	20%	23%	20%	23%	20%	23%
00	109,1	107,8	126,8	125,5	1,162	1,164
50	106,7	107,9	136,7	122,4	1,281	1,135
100	106,9	107,9	132,9	133,3	1,243	1,236
150	112,5	107,3	137,3	127,0	1,221	1,183
200	113,6	110,5	135,5	129,1	1,193	1,168
250	104,7	109,0	137,7	131,2	1,315	1,204
300	103,7	106,1	126,5	118,9	1,220	1,121
350	100,1	100,7	129,7	129,9	1,296	1,290
Média	107,2 ^a	107,2 ^a	132,9 ^a	127,2 ^b	1,241 ^a	1,188 ^b
Efeito	Q ^{**}	Q [*]	Q ^{**}	ns	ns	ns
CV (%)	4,50		5,70		6,66	

Q^{**} efeito quadrático (P<0,01); Q^{*} efeito quadrático (P<0,05); ns não significativo.

Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P<0,05).

Não houve efeito ($P > 0,05$) do BE sobre a conversão alimentar das aves. No entanto as aves que receberam ração com 20 % de PB apresentaram pior conversão alimentar em relação às alimentadas com a ração com 23% de PB. A maior conversão alimentar para das aves alimentadas com 20% de PB ocorreu devido em função do maior consumo de ração das mesmas. Provavelmente, o excesso de aminoácidos diminuiu o consumo das aves que receberam rações com 23% de PB.

A tabela 6 e as figuras 1 e 2, apresentam as equações de regressão e os valores de máximo ganho de peso e de consumo de ração, além do nível ótimo de BE expresso em mEq/kg, obtidos por equações de regressão polinomiais.

Foram observados efeitos quadráticos dos níveis de BE sobre o ganho de peso nos dois níveis de PB e sobre o consumo de ração no nível de 20% de PB. As aves obtiveram maior ganho de peso com o balanço de 129 e 136 mEq/kg. Para o consumo de ração, o melhor valor de BE foi de 167 mEq/kg.

Tais resultados estão de acordo com os encontrados por MAIORKA et al. (1998) que determinaram que para o melhor desempenho de aves na primeira semana de vida a relação entre os íons Na^+ , K^+ e Cl^- era de 140 mEq/kg.

RONDÓN et al. (2000a) estudaram exigências nutricionais de sódio e de cloro para pintos de corte na fase pré-inicial (1-7 dias de idade) e verificaram efeito quadrático dos níveis de sódio ($P < 0,01$), sendo o melhor desempenho com BE de 304 e 319 mEq/kg, para o ganho de peso e para a conversão alimentar, respectivamente. No experimento com o cloro, os valores de BE encontrados para os mesmos parâmetros foram de 250 e 252 mEq/kg .

Verifica-se que a inter-relação entre os eletrólitos afeta o desempenho das aves tanto ao fornecermos níveis de minerais que estão fora do requerimento nutricional quanto ao mudarmos a relação ótima existentes entre eles.

ADEKUNMISI e ROBBINS (1987), trabalhando com rações contendo 14,3% ou 28,6% de PB para frangos de corte na fase inicial, observaram que o aumento dos valores de $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ (185 a 564 mEq/kg) beneficiou o desempenho das aves que receberam ração com o maior teor protéico. Os autores concluíram que o BE entre $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ deve aumentar com o aumento do nível protéico.

No presente experimento, o melhor BE obtido para o ganho de peso das aves que receberam 23% de PB na ração também foi superior ao das aves alimentadas com 20% de PB na ração (136 vs 129 mEq/kg). Possivelmente, as aves alimentadas com 23% de PB apresentaram uma maior eliminação de ácido úrico em função do catabolismo protéico, gerando uma maior quantidade de íons amônio (NH_4^+), sendo eles os responsáveis pelo aumento do BE apesar do ganho de peso ter sido o mesmo para os dois níveis protéicos estudados.

Tabela 6 - Equações de balanço eletrolítico para os parâmetros de desempenho de pintos de corte de um a 7 dias de idade

Parâmetro	Equação	R ²	Máx	Balanço Eletrolítico (mEq/kg)
GP 20%	$Y = 106,86 + 0,0559174^{**} X - 0,000216701^{**} X^2$	0,64	110,47	129,02
	$Y = 106,55 + 0,0430153^* X - 0,000158079^{**} X^2$	0,72	109,47	136,06
CR 20%	$Y = 128,75 + 0,0937295^{ns} X - 0,00028016^{\#} X^2$	0,55	136,59	167,28

GP – ganho de peso (g); CR – consumo de ração (g); CA – conversão alimentar.

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); # efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

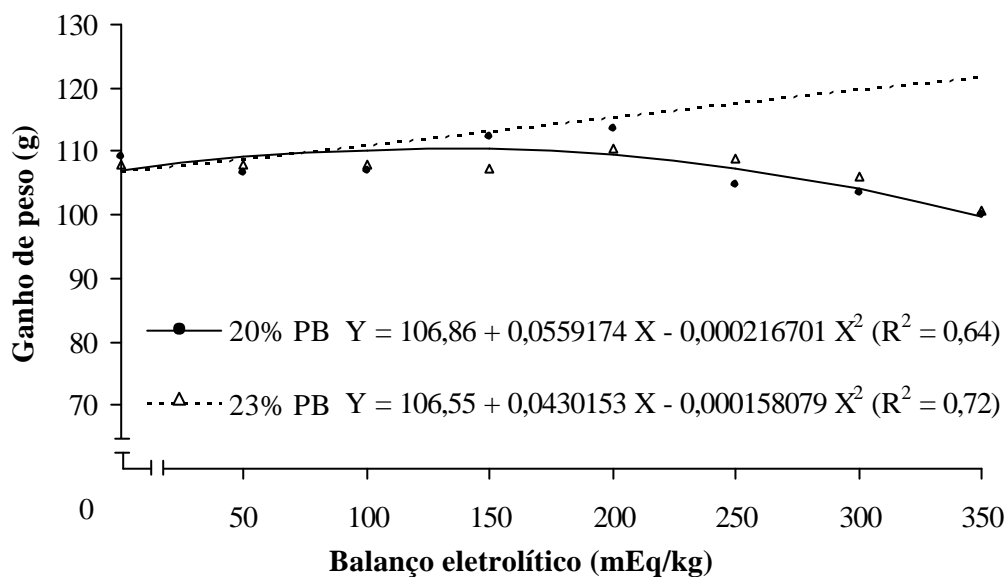


Figura 1 - Efeito de balanços eletrolíticos para 20 e 23% de proteína sobre o ganho de peso de pintos de corte de um a 7 dias.

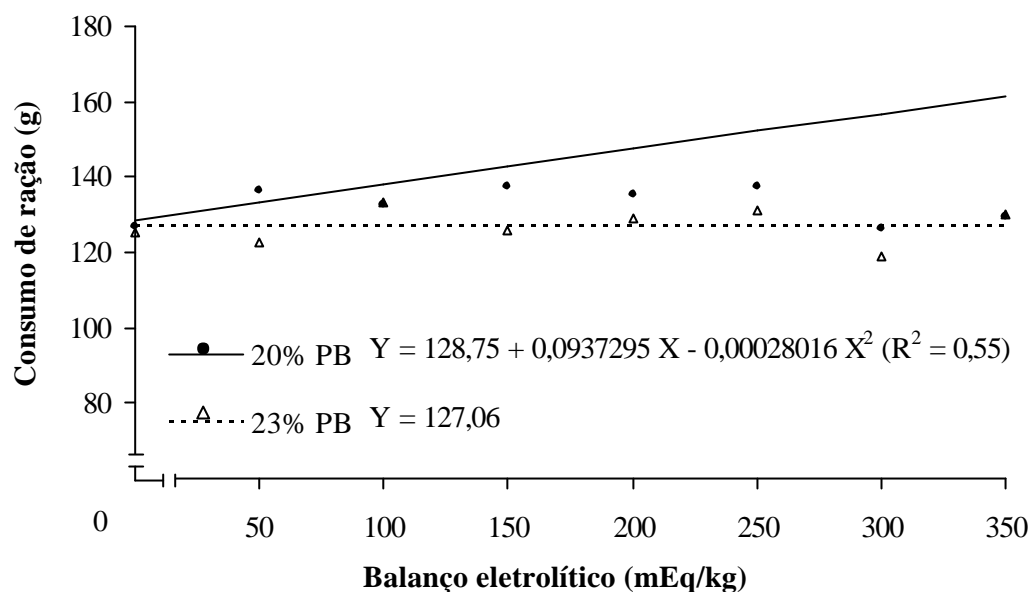


Figura 2 - Efeito de balanços eletrolíticos para 20 e 23% de proteína sobre o consumo de ração de pintos de corte de um a 7 dias.

3.2. Desempenho dos pintos de um a 14 dias

Os resultados de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar encontram-se na tabela 7. Não se observou interação do BE para nenhum dos parâmetros de desempenho avaliados. Os BE influenciaram ($P < 0,05$) o ganho de peso e o consumo de ração dos pintos nos dois níveis de PB, que variaram de forma quadrática conforme as equações apresentadas na tabela 8. Não houve efeito ($P > 0,05$) do BE sobre a conversão alimentar em nenhum dos níveis de PB avaliados.

Tabela 7 - Efeito de balanços eletrolíticos (BE) para 20 e 23% de proteína sobre o desempenho de pintos de corte de um a 14 dias

Níveis de BE mEq/kg	Ganho de Peso (g)		Consumo de Ração (g)		Conversão Alimentar	
	20%	23%	20%	23%	20%	23%
	00	344,3	344,0	468,4	458,5	1,361
50	359,4	366,0	485,7	473,4	1,351	1,293
100	364,4	360,3	495,7	489,4	1,360	1,358
150	371,9	359,2	500,6	482,6	1,346	1,343
200	380,4	368,8	514,1	492,3	1,351	1,335
250	358,7	366,5	492,0	487,4	1,372	1,330
300	351,0	358,6	475,1	471,4	1,354	1,315
350	340,0	341,0	475,4	478,6	1,398	1,403
Média	358,8 ^a	358,0 ^a	488,4 ^a	479,2 ^b	1,362 ^a	1,339 ^b
Efeito	Q ^{**}	Q ^{**}	Q ^{**}	Q ^{**}	ns	ns
CV (%)	3,74		3,01		3,43	

Q^{**} efeito quadrático (P<0,01); ^{ns} não significativo.

Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste f (P<0,05).

Os melhores resultados de ganho de peso e os maiores valores de consumo de ração foram de 166 e 170 mEq/kg e de 175 e 197 mEq/kg para as aves alimentadas com rações contendo 20 e 23% de PB, respectivamente.

HULLAN et al. (1987) relataram que quando o balanço $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ está entre 155 e 300 mEq/kg na fase inicial de criação de pintos de corte, não há influência sobre o ganho de peso e conversão alimentar. Entretanto, verifica-se no presente experimento que os melhores resultados foram obtidos com BE entre 166 e 197 mEq/kg. Apenas a conversão alimentar não foi alterada com a variação dos valores de BE.

LÓPEZ et al. (1993), em ensaio de desempenho, avaliaram o efeito da adição de bicarbonato de sódio e cloreto de cálcio em dietas para frangos de corte na fase de 7 a 22 dias e, concluíram que o cloro ocasionou acentuada queda no ganho de peso das aves. No experimento executado para a elaboração desse trabalho, os resultados obtidos foram similares ao dos referidos autores, ou seja,

aves que receberam doses elevadas de cloro também apresentaram ganhos de peso reduzido.

Tabela 8 - Equações de balanço eletrolítico para de pintos de corte de um a 14 dias

Parâmetro	Equação	R ²	Máx	Balanço Eletrolítico (mEq/kg)
GP 20%	$Y = 344,188 + 0,339227^{ns}X - 0,00102396^{**}X^2$	0,88	372,28	165,64
23%	$Y = 346,718 + 0,243981^{ns}X - 0,000716946^{**}X^2$	0,73	367,47	170,15
CR 20%	$Y = 468,913 + 0,390732^{ns}X - 0,00111789^{**}X^2$	0,81	503,06	174,76
23%	$Y = 461,094 + 0,282113^{\#}X - 0,000714640^{**}X^2$	0,74	488,94	197,38

GP – ganho de peso (g); CR – consumo de ração (g); CA – conversão alimentar.

** Efeito significativo (P<0,01); # efeito significativo (P<0,10); ^{ns} não significativo.

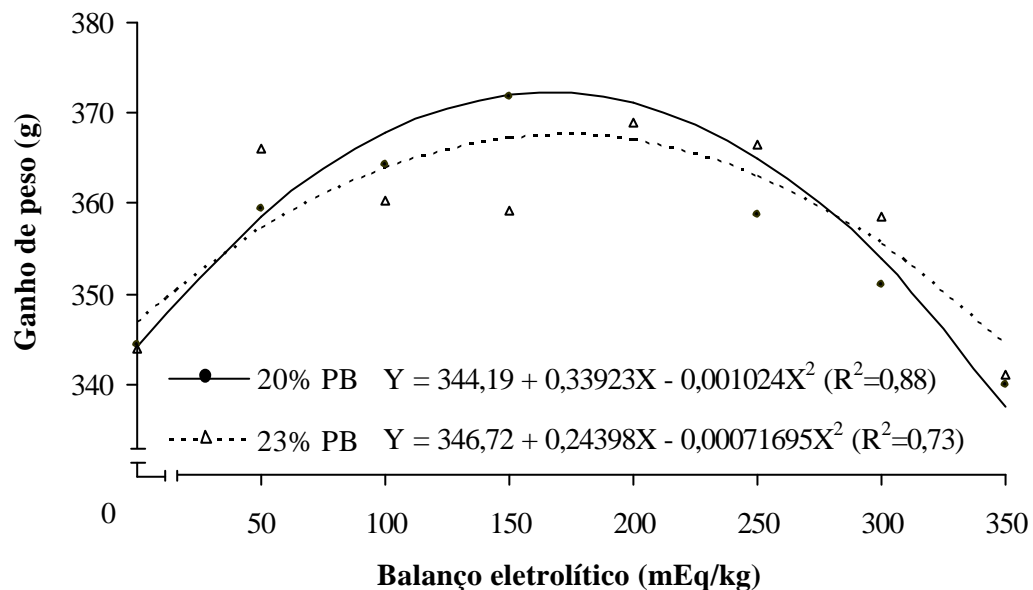


Figura 3 - Efeito de balanços eletrolíticos para 20 e 23% de proteína sobre o ganho de peso de pintos de corte de um a 14 dias.

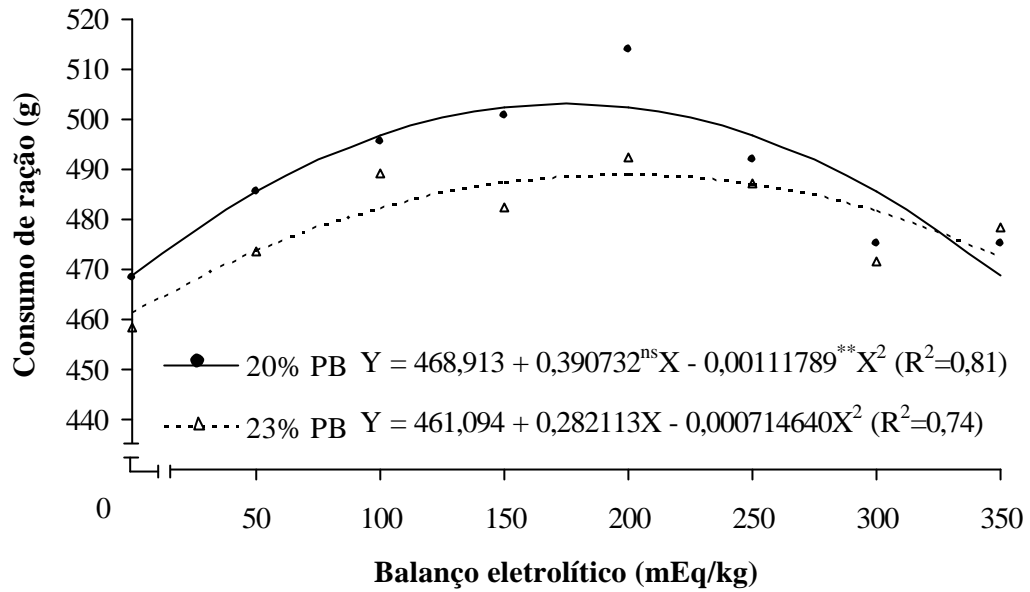


Figura 4 - Efeito de balanços eletrolíticos para 20 e 23% de proteína sobre o consumo de ração de pintos de corte de um a 14 dias.

3.3. Desempenho dos pintos de um a 21 dias

Verifica-se que os diferentes BE afetaram o ganho de peso e o consumo de ração dos pintos (Tabela 9). Não se observou interação do BE para nenhum dos parâmetros de desempenho avaliados, conforme ocorrido para a fase de um a 7 e a fase de um a 14 dias.

Tabela 9 - Efeito de balanços eletrolíticos (BE) para 20 e 23% de proteína sobre o desempenho de pintos de corte de um a 21 dias

Níveis de BE mEq/kg	Ganho de Peso (g)		Consumo de Ração (g)		Conversão Alimentar	
	20%	23%	20%	23%	20%	23%
	00	731,9	731,3	1041,0	1046,0	1,422
50	788,9	772,8	1105,7	1085,0	1,402	1,404
100	783,9	757,5	1118,4	1109,0	1,427	1,464
150	803,8	780,2	1134,5	1112,9	1,411	1,426
200	826,5	789,9	1182,4	1127,2	1,431	1,427
250	778,7	782,4	1119,7	1115,2	1,438	1,425
300	748,7	768,5	1087,8	1092,3	1,453	1,421
350	731,5	726,3	1083,5	1080,6	1,481	1,488
Média	774,2 ^a	763,6 ^a	1109,1 ^a	1096,0 ^b	1,433 ^a	1,436 ^a
Efeito	Q ^{**}	Q ^{**}	Q ^{**}	Q ^{**}	ns	ns
CV (%)	3,48		2,28		2,76	

Q^{**} efeito quadrático (P<0,01); Q^{***} efeito quadrático (P<0,10); ns não significativo.

Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste f (P<0,05).

Foram observados efeitos quadráticos (P<0,01) dos BE para o ganho de peso e o consumo de ração, independente do nível protéico estudado. As aves obtiveram o maior ganho de peso com o balanço de 200 mEq/kg e consumiram mais ração com o BE na faixa de 100 a 250 mEq/kg. Provavelmente, fora desse intervalo, houve restrição do consumo alimentar e um provável aumento do consumo de água, em função do excesso de sais na ração (cloreto de amônia ou carbonato de potássio).

Verifica-se também que o desempenho não foi prejudicado utilizando o teor de 20% de PB na ração, sendo ainda constatado menor valor numérico na média do ganho de peso das aves que receberam 23% de PB na ração (763,6 g). É provável que o excesso de aminoácidos não essenciais presentes na ração com 23% de PB tenham causado maior gasto de energia devido a formação do ácido úrico.

As figuras 5 e 6 e a tabela 10, apresentam valores de máximo ganho de peso e consumo de ração, além do nível ótimo de balanço eletrolítico expresso em mEq/kg, obtidos por equações de regressão polinomiais.

A exigência para o ganho de peso nessa fase foi de 166 e 177 mEq/kg para as aves alimentadas com rações com 20 e 23% de PB, respectivamente. Para o consumo de ração nesta mesma fase, os maiores valores corresponderam a BE de 185 e 194 mEq/kg para os mesmos níveis protéicos supracitados.

Segundo KARUNAJEEWA et al. (1986) o aumento do BE de 150 a 300 mEq/kg em rações iniciais (um a 21 dias), não afeta o desempenho das aves. Entretanto, MONGIN e SAUVEUR (1977) relataram que, usando dietas purificadas, o máximo de crescimento durante um a 28 dias foi alcançado com um BE de 250 a 350 mEq/kg e que o desempenho foi reduzido, quando fora desta faixa.

Em contraste aos autores mencionados, recomenda-se uma faixa mais estreita de BE, ou seja, entre 166 a 194 mEq/kg como ótimo para o desempenho das aves na fase de um a 21 dias.

KARUNAJEEWA e BARR (1988) ressaltam que a disponibilidade dos minerais nas dietas práticas difere da encontrada em dietas purificadas e que frangos submetidos a dietas práticas toleram uma maior faixa de variação em relação ao BE. Os aminoácidos adicionados nas dietas purificadas tendem a diminuir o BE das mesmas, comprometendo o equilíbrio eletrolítico e prejudicando o desempenho das aves.

Observa-se, entretanto que o mesmo não se aplica aos resultados do presente experimento, visto que as aves obtiveram melhor desempenho em uma menor faixa de variação, embora estivessem consumindo dietas práticas.

Tabela 10 - Equações de balanço eletrolítico para de pintos de corte de um a 21 dias

Parâmetro	Equação	R ²	Máx	Balanço Eletrolítico (mEq/kg)
GP 20%	$Y = 738,051 + 0,837898^{ns}X - 0,00252552^{**}X^2$	0,84	807,5	165,89
	$Y = 732,221 + 0,610426^{ns}X - 0,00172490^{**}X^2$	0,80	786,2	176,94
CR 20%	$Y = 1046,93 + 1,08953^{\#}X - 0,00293638^{**}X^2$	0,79	1148,0	185,52
	$Y = 1049,27 + 0,749113^*X - 0,00192807^{**}X^2$	0,96	1122,0	194,26

GP – ganho de peso (g); CR – consumo de ração (g); CA – conversão alimentar.

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); # efeito significativo (P<0,10); ^{ns} não significativo.

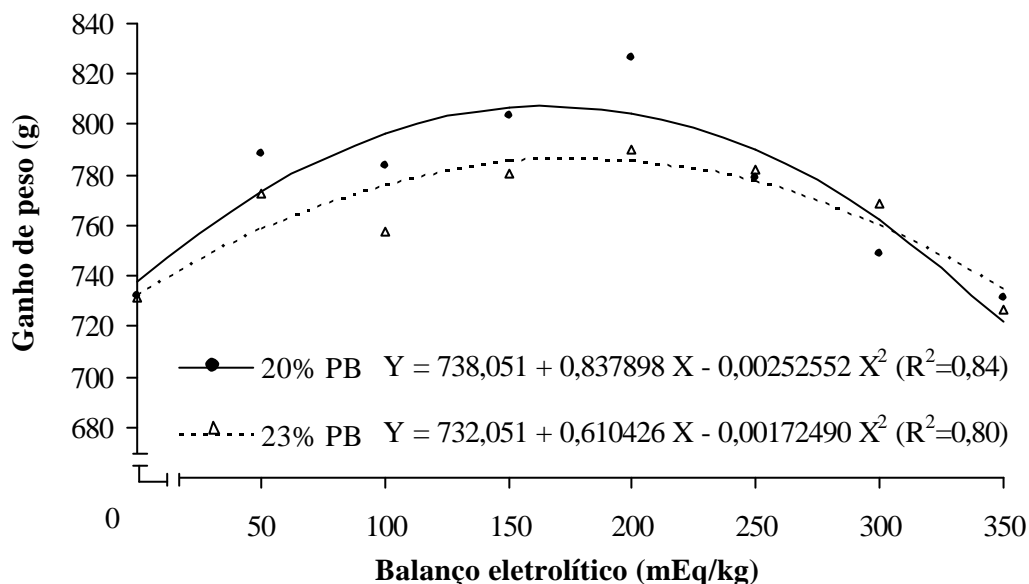


Figura 5 - Efeito de balanços eletrolíticos para 20 e 23% de proteína sobre o ganho de peso de um a 14 dias.

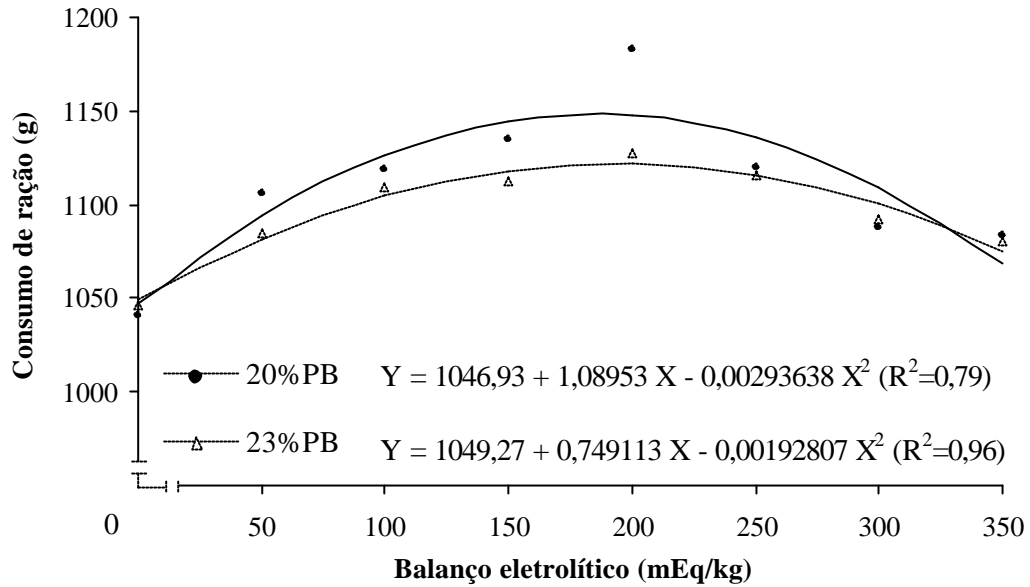


Figura 6 - Efeito de balanços eletrolíticos para 20 e 23% de proteína sobre o consumo de ração de pintos de corte de um a 14 dias.

DERJANT-Li et al (2002) ao avaliarem o efeito de duas rações contendo BE de - 100 mEq/kg e 200 mEq/kg para leitões em crescimento constataram que a concentração de oxigênio no sangue arterial e portal foi menor no grupo que recebeu ração com - 100 mEq/kg. Segundo os autores, dietas acidogênicas levam a uma baixa concentração de hemoglobina no sangue, caracterizada por um baixo hematócrito nos animais. Com isso há uma diminuição do metabolismo basal e uma provável inibição do centro da fome no hipotálamo fazendo com que ocorra diminuição do consumo de ração pelos animais.

Com base no trabalho de DERJANT-Li et al (2002), pode-se supor que tenha ocorrido uma diminuição do metabolismo basal das aves em acidose metabólica, visto que o mais baixo consumo de ração foi observado nas aves que receberam rações com zero mEq/kg.

Ao avaliar as exigências nutricionais de sódio e de cloro em dois experimentos para frangos de corte na fase inicial (1-21 dias), RONDON et al. (2000b), obtiveram o melhor desempenho produtivo com BE entre 298 e 315 mEq/kg variando de 0 a 0,35% os níveis de sódio nas dietas e, entre 246 a 264

mEq/kg variando os níveis de cloro da mesma forma que no experimento anterior.

Todos os resultados encontrados por RONDÓN et al. (2000b) encontram-se bem acima dos obtidos nesse experimento. Pode-se verificar que para a determinação do melhor valor de BE devem ser levadas em consideração a relação de MONGIN e a variação dos minerais que compõe essa relação. Portanto, é necessária a realização de mais pesquisas que visem obter informações sobre a inter-relação entre os eletrólitos.

As recomendações de MONGIN (1981) são que devem ser utilizados simultaneamente para frangos de corte um BE de 250 mEq/kg e que a relação (K + Cl)/Na deve ser maior que 1. Tal relação foi respeitada em todos os tratamentos e os valores das relações correspondentes as rações basais com 20 e 23% de PB foram de 5,43 e 5,26, respectivamente. Entretanto, MAIORKA et al. (1998) mencionam que não existem na literatura citações a respeito da melhor fonte de suplementação de eletrólitos para as rações e de que não há informação suficiente a respeito da relação (K + Cl)/Na.

Elegendo o ganho de peso como o mais importante dos parâmetros avaliados, recomenda-se um BE de 166 a 177 mEq/kg como ótimo para o crescimento dos frangos para a fase de um a 21 dias. Comprova-se também que é possível abaixar o nível protéico das rações sem afetar o desempenho das aves, desde que haja uma adequada suplementação de aminoácidos essenciais de forma a atender o requerimento nutricional das mesmas.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram utilizados um total de 2112 pintos de corte, da marca comercial Ross, machos, em um experimento de desempenho com o objetivo de determinar o melhor valor de BE em rações com dois níveis de PB (20 e 23%). Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8x2

(oito níveis de BE dentro de dois níveis de PB), seis repetições e 22 aves por unidade experimental. Utilizaram-se duas rações basais suplementadas com cloreto de amônia (NH_4Cl) ou carbonato de potássio (K_2CO_3), de forma a obter 8 níveis (0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 350 mEq/ kg) de BE. As variáveis avaliadas foram consumo de ração (g), ganho de peso (g) e conversão alimentar (g: g) aos 7, 14 e 21 dias de idade. No período de um a 7 dias os ótimos BE estimados para os parâmetros de desempenho foram de 110 mEq/kg para o ganho de peso e 136 mEq/kg para o consumo de ração. No período de um a 14 dias os ótimos valores de BE estimados variaram de 166 a 197 mEq/kg. Considerando o período de um a 21 dias, a variação dos melhores BE estimados foi de 82 a 194 mEq/kg. Entretanto, respeitando as respostas biológicas obtidas pelas aves para as características de desempenho, pode-se definir os ótimos BE em 110 e 109 mEq/kg de um a sete dias; 166 e 170 mEq/kg de um a 14 dias; 166 e 176 mEq/kg de um a 21 dias para as aves que consumiram rações com 20 e 23% de PB, respectivamente.

CAPÍTULO 2

BALANÇO ELETROLÍTICO E NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA SOBRE O DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARCAÇA E UMIDADE DA CAMA DE FRANGOS DE CORTE DE UM A 42 DIAS DE IDADE

1. INTRODUÇÃO

Os eletrólitos da ração consumida pelos animais exercem influência no equilíbrio ácido-básico dos animais e, conseqüentemente, afeta processos metabólicos relacionados com o crescimento, resistência a doenças, sobrevivência ao estresse e parâmetros de desempenho.

MONGIN (1981) estudou os fundamentos do balanço eletrolítico (BE) para aves e suínos e concluiu que pode-se descrever o equilíbrio entre os íons por um cálculo envolvendo os principais deles, cuja fórmula representativa é o resultado da soma dos íons Na^+ e K^+ subtraindo o íon negativo Cl^- , sendo chamado de BE.

O balanço cátion - ânion altera o equilíbrio ácido-básico, indicado pelo pH e pelas concentrações de bicarbonato no sangue. Dietas aniônicas, ricas em cloretos, sulfatos e fósforo tendem causar acidemia, enquanto que dietas

enriquecidas com sódio e potássio tendem a causar alcalemia (JOHNSON e KARUNAJEEWA, 1985; HALLEY et al., 1987).

Segundo MURAKAMI (2000), tem sido recomendado um BE entre 150 e 350 mEq/kg de ração, em dietas comerciais, para o máximo desempenho das aves. LEESON e SUMMERS (2001) consideram 250 mEq/kg como valor adequado para um bom desenvolvimento das aves.

Em muitos estudos, os critérios para avaliar a exigência adequada dos nutrientes na produção comercial de aves são a taxa de crescimento e a eficiência alimentar. Entretanto, cada vez mais a indústria avícola tem buscado o rendimento e a composição da carcaça de aves que apresentem melhor rendimento de cortes nobres (peito e coxa). As empresas avícolas brasileiras estão buscando inculcar na filosofia de trabalho os programas de qualidade total e a certificação ISO 9000 visando padronizar, qualificar e, conseqüentemente, agregar valores aos seus produtos.

Os eletrólitos também são responsáveis pelo maior aumento de umidade nas fezes das aves. CASADO E VIRSEDA (1983) ao suplementar Na^+ e K^+ nas rações de aves de recria concluíram que tanto um quanto outro promovem aumento da excreção de água, com isso, as aves podem ficar mais susceptíveis a doenças e apresentar queda em seu desempenho produtivo, além de favorecerem um aumento da umidade da cama.

O objetivo deste trabalho foi determinar o melhor valor de BE em dois níveis (20 e 23%) de proteína bruta (PB) sobre o desempenho e rendimento de carcaça e cortes nobres de aves de corte de um a 42 dias de idade, além de avaliar a umidade de cama dos frangos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local e duração

O presente trabalho foi conduzido no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de outubro a novembro de 2001. O abate das aves foi feito no abatedouro da UFV e a análise de cama no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

2.2. Animais, instalação utilizada e manejo geral

O período experimental compreendeu a fase inicial de um a 21 dias e a fase de crescimento de 22 a 42 dias. Na fase inicial utilizaram-se 2112 pintinhos da marca comercial Ross, machos e duas rações basais. Na fase de crescimento utilizaram-se 1728 frangos oriundos da primeira fase e apenas uma ração basal, corrigindo o desempenho em função da mortalidade dos animais até os 42 dias.

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, com pé direito de 3,0 metros de altura, cobertura com telhas de cimento amianto provido de lanternim, mureta com laterais de 0,50 m, tela de ½". Foram utilizados boxes de 1,25 x 1,80 m (2,25 m²) com piso de cimento. No piso de cada boxe foi colocada maravalha como cama (altura de 10 cm).

Durante o período experimental foi adotado programa de luz contínuo (24 horas de luz natural + artificial). Para aquecimento dos pintos, do 1º ao 15º dia, foram utilizadas lâmpadas de infravermelho de 250W/boxe, com altura regulável.

As variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, foram medidas com termômetros de máxima e mínima, termômetro de bulbo seco e

úmido e termômetro de globo negro para obtenção do ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade). A temperatura do galpão foi registrada diariamente e as leituras foram feitas às 7 horas e às 19 horas por termômetros de máxima e mínima (Tabela 1). As leituras dos termômetros das demais variáveis foram realizadas cinco vezes ao dia (7, 10, 13, 16 e 19 h) e suas médias podem ser observadas na tabela 2.

Tabela 1 - Temperatura registrada no período de um a 42 dias de idade

Período (dias)	Temperatura (°C)			
	Máxima		Mínima	
	Absoluta	Média	Absoluta	Média
1 a 7	31	30	18	20
8 a 14	32	30	18	22
15 a 21	30	29	14	18
22 a 28	28	27	19	21
29 a 35	32	30	20	21
36 a 42	32	28	21	22
Média	-	29	-	21

Tabela 2 - Média das condições ambientais registradas durante o período experimental.

Período (dias)	Umidade relativa (%)	ITGU
1 a 7	67 ± 5,9	74 ± 0,9
8 a 14	71 ± 6,1	75 ± 1,0
15 a 21	61 ± 3,5	73 ± 1,7
22 a 28	64 ± 8,7	73 ± 0,8
29 a 35	79 ± 6,7	76 ± 2,0
36 a 42	83 ± 8,6	75 ± 1,7
Média	73 ± 6,6	74 ± 1,3

ITGU = $T_{gn} + 6,36 T_{po} - 330,08$; em que: T_{gn} = temperatura de globo negro (°K) e T_{po} = temperatura de ponto de orvalho (°K).

2.3. Rações experimentais

No período de um a 21 dias de idade, as aves receberam rações com 20 e 23% de PB a base de milho, farelo de soja e glúten de milho, de forma a atender

recomendações nutricionais segundo ROSTAGNO et al. (2000) para a fase inicial, exceto para potássio e cloro.

No período de 22 a 42 dias de idade as aves receberam uma única ração basal com 20% de PB a base de milho, farelo de soja e glúten de milho, de forma a atender as exigências nutricionais segundo ROSTAGNO et al. (2000) para a fase de crescimento, exceto para potássio e cloro.

Essas rações foram formuladas de forma a conter BE de 150 mEq/kg, sendo utilizado como fonte de cloro o cloreto de amônia (Tabela 3).

Os valores de BE foram calculados utilizando a seguinte fórmula sugerida por MONGIN (1981):

$$BE = (\%Na^{+} \times 100/22,990^{*}) + (\%K^{+} \times 100/39,102^{*}) - (\%Cl^{-} \times 100/35,453^{*})$$

(* Equivalente grama do Na⁺, K⁺ ou Cl⁻, respectivamente.)

Tabela 3 - Rações basais iniciais com 20 e 23% de PB e ração basal crescimento

Ingredientes	Ração inicial 20%	Ração inicial 23%	Ração crescimento 20%	
Milho	60,870	55,913	61,785	
Farelo de soja	30,128	28,853	25,582	
Farelo de glúten de milho	–	7,941	4,100	
Óleo de soja	2,571	1,632	2,998	
Calcário	1,000	1,027	0,957	
Fosfato bicálcico	1,860	1,826	1,629	
DL – Metionina (99%)	0,285	0,130	0,163	
L – Arginina (99%)	0,097	–	0,153	
Glicina	0,296	–	–	
L – Lisina HCl (98%)	0,332	0,295	0,308	
L – Treonina (98,5%)	0,139	0,007	–	
L – Triptofano	0,012	–	0,006	
Sal comum	0,469	0,460	0,392	
Cloreto de amônia	0,122	0,134	0,129	
Cloreto colina 60%	0,100	0,100	0,100	
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	
Mistura mineral ²	0,050	0,050	0,050	
Virginamicina ³	0,050	0,050	0,050	
Anticoccidiano ⁴	0,055	0,055	0,055	
Antioxidante ⁵	0,010	0,010	0,010	
Areia lavada (inerte)	1,500	1,500	1,500	
TOTAL	100,00	100,00	100,00	
Composições Calculadas				
Energia Metabolizável	(kcal/ kg)	3.000	3.000	3.000
Proteína bruta	(%)	20,00	23,00	20,00
Cálcio	(%)	0,960	0,960	0,874
Fósforo total	(%)	0,668	0,679	0,603
Fósforo disponível	(%)	0,450	0,450	0,406
Sódio	(%)	0,225	0,222	0,192
Potássio	(%)	0,737	0,712	0,663
Cloro	(%)	0,484	0,457	0,366
Arginina total	(%)	1,324	1,321	1,250
Arginina digestível	(%)	1,260	1,260	1,178
Glicina + Serina	(%)	2,096	2,096	1,808
Metionina + Cistina total	(%)	0,890	0,901	0,817
Metionina+Cistina digestível	(%)	0,815	0,815	0,741
Lisina total	(%)	1,250	1,252	1,148
Lisina digestível	(%)	1,143	1,143	1,045
Treonina total	(%)	0,874	0,873	0,746
Treonina digestível	(%)	0,766	0,766	0,650
Triptofano total	(%)	0,245	0,243	0,746
Triptofano digestível	(%)	0,221	0,221	0,650
Balanço Eletrolítico	(mEq/kg)	150	150	150

¹ Rovimix (Roche) - Níveis de garantia por quilo do produto: vitamina A - 10.000.000 UI; vitamina D3 - 2.000.000 UI; Vitamina E - 30.000 UI; Vitamina B1 - 2,0g; Vitamina B6 - 4,0 g; Ac. Pantotênico - 12,0g; Biotina - 0,10g; Vitamina K3 - 3,0 g; Ácido fólico - 1,0 g; Ácido nicotínico- 50,0 g; Vitamina B12 - 15.000 mcg; Selênio - 0, 25 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g.

² Roligomix (Roche).- Níveis de garantia por quilo de produto: Manganês 16,0 g; Ferro - 100,0 g; Zinco - 100,0 g; Cobre - 20,0 g; Cobalto - 2,0 g; Iodo - 2,0 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g.

³ Stafac[®] - 50 %.

⁴ Coxistac[®] (Salinomicina) - 12 %.

⁵ Hidroxi Butil Tolueno.

2.4. Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8x2 (oito níveis de BE dentro de duas seqüências protéicas), seis repetições e 22 aves por unidade experimental na primeira fase. Na fase de crescimento, utilizou-se o mesmo delineamento experimental, mantendo-se os mesmos BE da fase inicial, pela suplementação a ração basal crescimento e 18 aves por unidade experimental. As rações basais nas fases inicial e de crescimento foram suplementadas com cloreto de amônia (NH_4Cl) ou carbonato de potássio (K_2CO_3) em substituição ao material inerte, de forma a obter 8 níveis (0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 350 mEq/ kg) de BE. As aves foram distribuídas uniformemente com um dia de idade e com peso médio de 45 g.

O cloreto de amônia (NH_4Cl) foi utilizado para se obter os balanços de 0, 50, e 100 mEq/kg e o carbonato de potássio (K_2CO_3) para balanços de 200, 250, 300 e 350 mEq/kg. Os tratamentos experimentais podem ser observados na tabela 4.

Tabela 4 - Tratamentos constituídos pelas rações basais (inicial 20 e 23% de PB e ração crescimento 20% PB) suplementadas com NH_4Cl ou K_2CO_3

BE (mEq/kg)	Ração Basal (kg)	Inerte (kg)	NH_4Cl (kg)	K_2CO_3 (kg)	Total (kg)
0	98,5	0,693	0,807	-	100
50	98,5	0,962	0,538	-	100
100	98,5	1,231	0,269	-	100
150	98,5	1,500	-	-	100
200	98,5	1,151	-	0,349	100
250	98,5	0,802	-	0,698	100
300	98,5	0,453	-	1,047	100
350	98,5	0,104	-	1,396	100

NH_4Cl – peso molecular (U.M.A.) = 53,45; pureza 99,5 %.

K_2CO_3 – peso molecular (U.M.A.) = 138,20; pureza 99,0 %.

2.5. Parâmetros avaliados

Aos 42 dias, as aves foram pesadas após jejum alimentar de seis horas para a avaliação do desempenho (ganho de peso, conversão alimentar e consumo de ração). Em seguida, abateu-se três aves em cada unidade experimental, com peso médio da unidade. Após o sangramento e depenação, foram evisceradas, e tiveram suas carcaças (sem pés e cabeça) pesadas. Avaliou-se o peso absoluto (g) e o rendimento (%) das carcaças evisceradas dos cortes nobres (peito, filé de peito, coxa + sobrecoxa).

Na determinação do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça limpa e eviscerada, em relação ao peso vivo em jejum. Para os cortes nobres, procedeu-se à pesagem e ao cálculo dos rendimentos em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Ao término do experimento determinou-se o teor de umidade da cama das aves. Para tal, foram padronizados cinco pontos em todas as unidades experimentais, inserindo nesses pontos um tubo PVC com diâmetro de 10 cm, coletando todo o material presente em seu interior e colocando-os em saco de papel para posterior determinação da matéria seca por metodologia descrita por SILVA (1990).

2.6. Análises Estatísticas

As análises estatísticas dos resultados obtidos, foram realizadas usando o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997), onde foi feita uma análise de variância, com posterior uso de regressão polinomial para cada variável estudada, além do teste de F a 5% de probabilidade na comparação de médias dos tratamentos para cada nível protéico estudado.

Por interesse do estudo, optou-se pelo desdobramento do BE dentro de cada nível protéico, independente da interação ter sido significativa.

O modelo estatístico utilizado para todos os parâmetros avaliados foi:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + P_j + N_i/P_j + E_{ijk}$$

onde: Y_{ijk} = parâmetro observado na unidade experimental k, do nível de balanço eletrolítico i, dentro do nível de proteína bruta j;

μ = média geral observada;

N_i = efeito do balanço eletrolítico i; i = 0; 50; 100; 150; 200; 250; 300; 350;

P_j = efeito do nível de proteína bruta j; j = 20 e 23%;

N_i/P_j = efeito do balanço eletrolítico i, dentro do nível de proteína bruta j;

E_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Desempenho dos frangos de corte de um a 42 dias

Não se observou interação do BE para nenhum dos parâmetros de desempenho avaliados. Verifica-se na tabela 5 que, os BE afetaram o ganho de peso e o consumo de ração dos frangos de corte. Em relação à conversão alimentar, houve efeito significativo apenas para as aves que consumiram 23% de PB na fase inicial.

Foram observados efeitos quadráticos dos níveis de BE para o ganho de peso ($P < 0,01$), o consumo de ração ($P < 0,01$) e a conversão alimentar ($P < 0,05$). As figuras 1, 2 e 3, e a tabela 6, apresentam os valores de máximo ganho de peso e consumo de ração, além do nível ótimo de BE expresso em mEq/kg, obtidos por equações de regressão polinomiais.

Tabela 5 - Efeito de balanços eletrolíticos (BE) para as seqüências protéicas (20-20% e 23-20%) sobre o desempenho de frangos de corte de um a 42 dias

Níveis de BE mEq/kg	Ganho de Peso (g)		Consumo de Ração (g)		Conversão Alimentar	
	20%	23%	20%	23%	20%	23%
00	2370,3	2320,3	4321,9	4343,9	1,823	1,872
50	2506,7	2473,0	4578,2	4580,2	1,826	1,852
100	2511,7	2503,9	4698,0	4650,4	1,870	1,857
150	2583,6	2570,8	4817,2	4754,0	1,865	1,849
200	2642,0	2575,5	4963,8	4754,1	1,879	1,846
250	2563,9	2585,4	4720,7	4771,7	1,841	1,846
300	2518,7	2489,2	4627,6	4581,9	1,837	1,841
350	2370,7	2367,0	4557,4	4519,3	1,922	1,909
Média	2508,4 ^a	2485,6 ^a	4660,6 ^a	4619,4 ^a	1,858 ^a	1,859 ^a
Efeito	Q ^{**}	Q ^{**}	Q ^{**}	Q ^{**}	ns	Q [*]
CV (%)	2,68		2,70		2,47	

Q^{*} efeito quadrático (P<0,01); Q^{**} efeito quadrático (P<0,05); ns não significativo.

Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste f (P<0,05).

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 as aves alimentadas com as seqüências protéicas 20-20% e 23-20%, respectivamente. Já a melhor conversão alimentar correspondeu a um BE de 159 mEq/kg quando se utilizou a seqüências protéicas 23-20%

Tais resultados encontram-se abaixo dos recomendados por JOHNSON e KARUNAJEEWA (1985) que ao avaliarem dietas variando de - 29 a 553 mEq/kg obtiveram um balanço de 250 - 350 mEq/kg como ótimo para o crescimento de frangos até 42 dias. Esses autores afirmaram que o BE foi prejudicial com - 29 mEq/kg da dieta, enquanto que a diminuição do crescimento com BE maior que 300 mEq/kg era dependente do tipo de cátion (Na⁺ vs K⁺). O ótimo crescimento foi verificado usando uma taxa Na:K variando entre 0,5 e 1,8.

Tabela 6 - Equações de balanço eletrolítico para os parâmetros de desempenho de frangos de corte de um a 42 dias

Parâmetro	Seqüência protéica	Equação	R ²	Máx/ Mín	Balanço Eletrolítico (mEq/kg)
GP	20-20%	$Y = 2365,92 + 2,68476^{ns}X - 0,00748139^{**}X^2$	0,92	2606,8	179,43
	23-20%	$Y = 2323,80 + 2,84505^{#}X - 0,00768163^{**}X^2$	0,96	2587,2	185,18
CR	20-20%	$Y = 4331,05 + 5,33526^{**}X - 0,0138082^{**}X^2$	0,89	4846,4	193,19
	23-20%	$Y = 4361,00 + 4,21608^{*}X - 0,0109571^{**}X^2$	0,95	4766,6	192,39
CA	23-20%	$Y = 1,88 - 0,0004498^{ns}X + 0,0000014109^{*}X^2$	0,62	1,84	159,40

GP – ganho de peso (g); CR – consumo de ração (g); CA – conversão alimentar.

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ^{ns} não significativo.

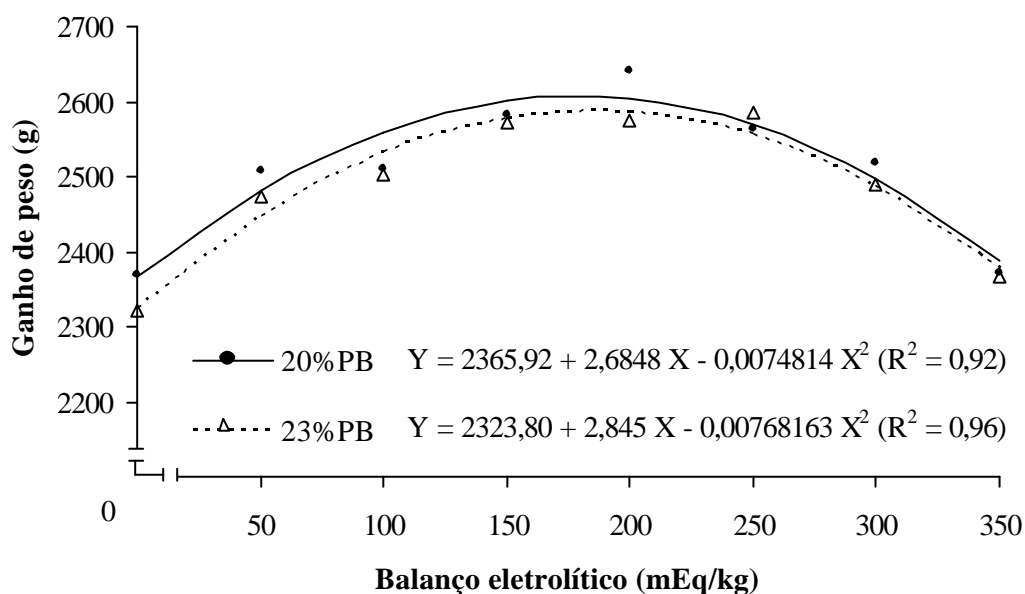


Figura 1 - Efeito de balanços eletrolíticos para as seqüências protéicas (20-20% e 23-20% de PB) sobre o ganho de peso de frangos de corte de um a 42 dias.

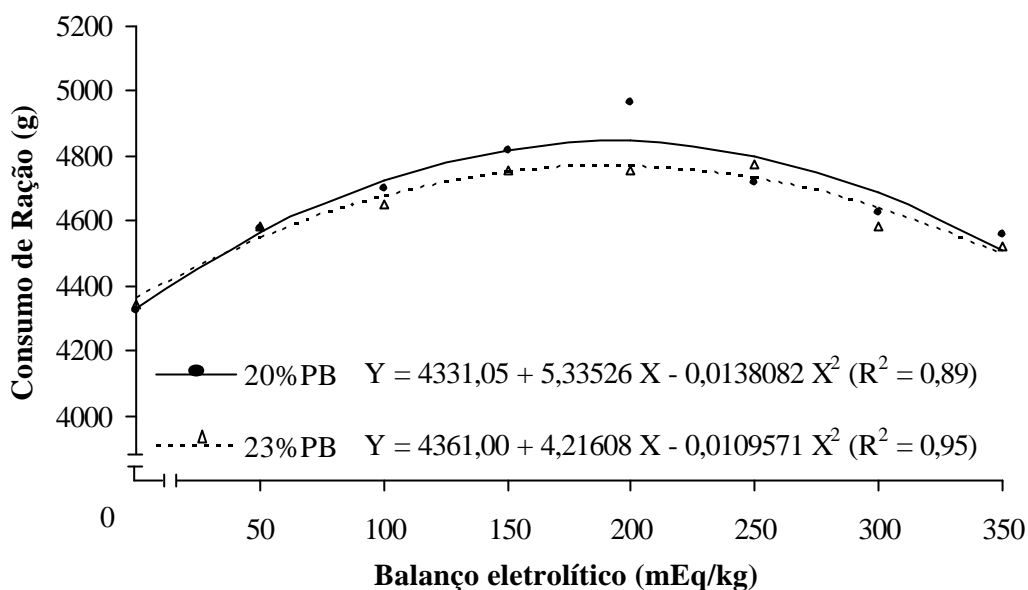


Figura 2 - Efeito de balanços eletrolíticos para as seqüências proteicas (20-20% e 23-20% de PB) sobre o consumo de ração de frangos de corte de um a 42 dias.

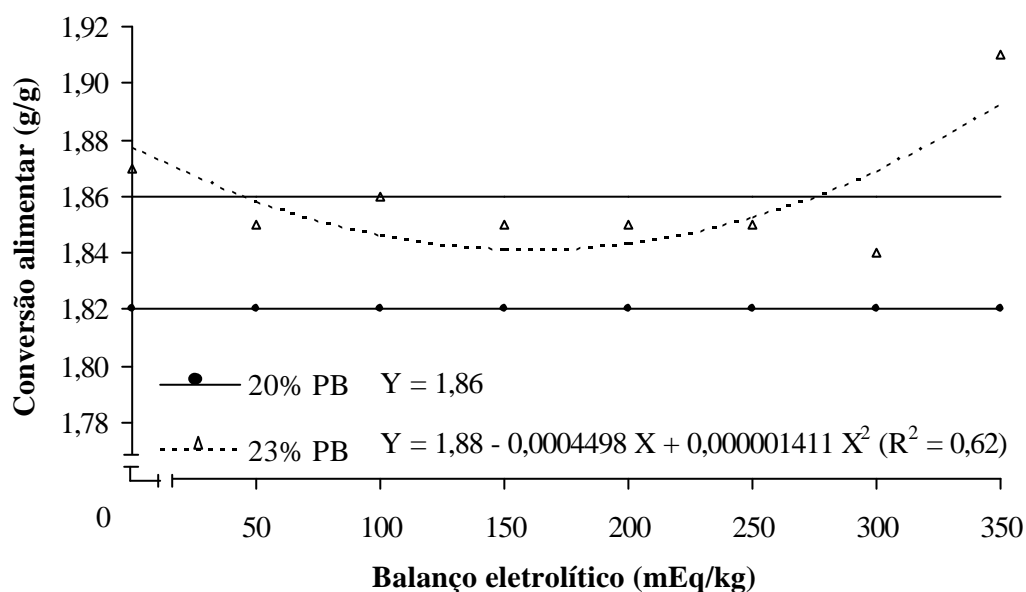


Figura 3 - Efeito de balanços eletrolíticos para as seqüências proteicas (20-20% e 23-20% de PB) sobre a conversão alimentar de frangos de corte de um a 42 dias.

As rações basais utilizadas neste trabalho possuíam relações Na:K de 0,3, enquanto que nas rações com BE de 350 mEq/kg, as relações Na:K foram de 0,11 e o teor de K foi de 1,71. Na tabela de ROSTAGNO et al. (2000) o valor

dessa relação é de 0,4 para frangos de corte na fase de crescimento e o NRC (1994) apresenta o valor 0,5 para essa mesma fase.

Entretanto, trabalhos recentes vêm mostrando que as mudanças no material genético e no manejo nutricional e ambiental levam a mudanças nas exigências das aves. O NRC (1994) recomenda níveis de K de 0,30% para frangos de em todas as idades. ROSTAGNO et al. (2000) 0,50% na fase inicial e 0,47% de K na fase de crescimento. Já OLIVEIRA (2002) obteve como exigências estimadas para o maior ganho de peso em frangos de corte 0,63% de K para o período de 8 a 21 dias de idade e 0,71% de K para o período de 22 a 42 dias de idade. Esses níveis, segundo o autor, corresponderam aos balanços eletrolíticos de 161 e 188 mEq/kg para os dois períodos, respectivamente.

Pode-se também observar na tabela 5 que não houve diferença entre as médias dos tratamentos para nenhum dos parâmetros de desempenho avaliados. Entretanto, o consumo de ração máximo das aves alimentadas com 23% de PB na fase inicial (4619,44 g) foi numericamente inferior ao daquelas que consumiram 20% de PB na fase inicial (4660,61 g), embora a exigência de BE para o consumo de ração aos 42 dias seja considerada a mesma para os dois níveis protéicos da primeira fase (192 e 193 mEq/kg). Isso pode ter sido resultado do nível de proteína mais elevado na fase inicial (23%) que fez com que os aminoácidos competissem com o K no mecanismo de transporte ativo da bomba de Na e K e que o consumo aos 7, 14 e 21 dias fosse inferior quando o nível de proteína era maior (capítulo 1). Por esse sistema, quando o sódio é bombeado contra seu gradiente de concentração, potássio, aminoácidos e glicose entram na célula tanto pelo transporte ativo como por difusão passiva (NELSON e COX, 2000). Caso entre na célula mais potássio em restrição aos aminoácidos, estes permanecerão por maior tempo na corrente sanguínea, diminuindo o consumo de alimento por inibir o centro da fome no hipotálamo. Possivelmente, na fase de crescimento, essa diferença no consumo se manteve na primeira semana após a mudança da ração, o que gerou esse resultado no final do período.

Pode-se constatar que o equilíbrio ácido-básico afetou consideravelmente a resposta produtiva das aves, apresentando um baixo desempenho as aves que

tiveram suas rações suplementadas com níveis mais altos de cloreto de amônia (BE = 0 e 50 mEq/kg), o mesmo ocorrendo com as aves cujas rações foram suplementadas com níveis elevados de carbonato de potássio (BE = 300 e 350 mEq/kg). Quando há excesso de K, o organismo deixa de eliminar prótons para eliminar K, o que levaria o organismo a alcalose. A resposta fisiológica poderia ser através da inibição do consumo (GRANNER, 1998). De outro modo, na acidose metabólica, a concentração plasmática de bicarbonato e o pH estão abaixo do normal, havendo depleção de cátions plasmáticos como o Na e o K. Como consequência, haveria um comprometimento do sistema da bomba de Na e K, impedindo a absorção de aminoácidos e glicose para dentro das células das aves.

RINEHART et al. (1968) mostraram que aves alimentadas com dietas deficientes em K apresentaram menor nível de aminoácidos livres no plasma, mas à medida que recebiam K, o nível de arginina e de lisina no plasma aumentava.

3.2. Peso absoluto (g) e rendimento (%) de carcaça e cortes nobres

Os pesos absolutos (g) e os rendimentos de carcaça e cortes nobres podem ser observados na tabela 7, onde se verifica que todos os pesos absolutos apresentaram efeito quadrático, enquanto apenas o rendimento de carcaça das aves alimentadas com 20% de PB na fase inicial foi significativo. Não se observou interação do BE para nenhum dos parâmetros avaliados.

As equações de regressão polinomiais com as respectivas exigências e pontos de máximo encontram-se na tabela 8 e figuras 4, 5, 6, 7 e 8.

Para carcaça, os níveis ótimos de BE foram de 161 e 177 mEq/kg, para as aves que receberam rações com 20 e 23% de PB na fase inicial, respectivamente, sendo bem próximos dos valores ótimos de BE para ganho de peso aos 42 dias. Para os demais cortes nobres os melhores níveis de BE obtidos situaram-se ao redor dessa faixa, variando de 157 mEq/kg para o peso absoluto

do peito das aves alimentadas com 20% de PB na fase inicial à 179 mEq/kg para o peso absoluto das pernas daquelas que consumiram 23% de PB na fase inicial.

Em relação ao rendimento de carcaça (20% de PB na fase inicial), o BE obtido pela equação de regressão foi inferior a faixa esperada, apresentando o valor de 125 mEq/kg. Entretanto, verifica-se que o R^2 encontrado para esse parâmetro foi de 0,59, que está bem abaixo do R^2 das equações de regressão dos demais parâmetros.

As características observadas estão relacionadas ao peso corporal pré-abate, sendo o peso absoluto dos cortes nobres maior para pesos corporais mais elevados. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por BEANE et al. (1979), para rendimento de carcaça; ROSA et al (1994), para perna e peito com osso; e PALO et al. (1992), para músculo peitoral, mas discordam dos obtidos por SCHEIDELER e BAUGHMAN (1993), para rendimento de carcaça, e SIZEMORE e BARBATO (1992), para músculo peitoral.

Tabela 7 - Efeito de balanços eletrolíticos (BE) para as seqüências protéicas (20-20% e 23-20%) sobre o peso absoluto e rendimento de carcaça e cortes nobres de frangos de corte de um a 42 dias de idade

Níveis de BE mEq/kg	Carcaça (g)		Pernas (g)		Peito (g)		Filé (g)	
	20-20%	23-20%	20-20%	23-20%	20-20%	23-20%	20-20%	23-20%
0	1736,2	1716,8	526,2	526,3	581,5	577,8	413,3	427,2
50	1874,2	1856,9	570,1	556,9	628,8	618,7	476,4	460,1
100	1884,2	1834,8	572,3	574,8	635,9	614,7	472,0	452,6
15	1957,3	1933,9	595,8	599,6	656,8	643,3	491,7	476,1
200	1997,2	1945,8	604,0	599,6	665,0	644,0	493,5	473,2
25	1803,9	1837,3	540,0	565,6	601,7	609,2	449,0	442,2
300	1848,9	1846,6	566,2	565,5	612,8	619,8	457,3	461,3
350	1640,3	1739,8	505,0	534,3	546,1	580,2	402,8	432,8
Média	1842,8 ^a	1839,0 ^a	559,9 ^a	565,3 ^a	616,1 ^a	613,5 ^a	457,0 ^a	453,2 ^a
Efeito	Q ^{**}	Q ^{**}	Q ^{**}	Q ^{**}	Q ^{**}	Q ^{**}	Q ^{**}	Q [*]
CV(%)	6,23		6,48		6,85		7,79	
Níveis de BE mEq/kg	Carcaça (%)		Pernas (%)		Peito (%)		Filé (%)	
	20-20%	23-20%	20-20%	23-20%	20-20%	23-20%	20-20%	23-20%
0	72,1	73,6	30,3	30,7	33,5	33,7	23,8	24,9
50	73,1	74,3	30,4	30,0	33,5	33,3	25,4	24,8
100	73,6	72,6	30,4	31,3	33,7	33,5	25,1	24,7
150	73,9	73,5	30,4	31,0	33,6	33,3	25,1	24,6
200	74,1	73,7	30,2	30,8	33,3	33,1	24,7	24,3
250	69,5	70,0	29,9	30,8	33,4	33,2	24,9	24,1
300	72,8	73,2	30,6	30,6	33,1	33,6	24,7	25,0
350	68,4	72,5	30,8	30,7	33,3	33,3	24,6	24,9
Média	72,2 ^a	72,9 ^a	30,4 ^a	30,7 ^b	33,4 ^a	33,4 ^a	24,8 ^a	24,6 ^a
Efeito	Q ^{**}	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	5,53		2,47		2,37		4,29	

Q^{*} efeito quadrático (P<0,01); Q^{**} efeito quadrático (P<0,05); ns não significativo

Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P<0,05).

Tabela 8 - Equações de balanço eletrolítico sobre o peso absoluto e rendimento de carcaça e cortes nobres para frangos de corte de um a 42 dias.

Parâmetro	Seqüência protéica	Equação	R ²	Máx	Balanço Eletrolítico (mEq/kg)
Carc	20-20%	$Y = 1739,42 + 2,66133^{\#}X - 0,00828294^{**}X^2$	0,83	1953,19	160,65
	23-20%	$Y = 1728,87 + 2,12601^{ns}X - 0,00598691^{**}X^2$	0,83	1917,61	177,55
Pernas	20-20%	$Y = 529,753 + 0,756695^{ns}X - 0,00233668^{**}X^2$	0,76	591,01	161,92
	23-20%	$Y = 526,055 + 0,742542^{ns}X - 0,00207259^{**}X^2$	0,91	592,56	179,13
Peito	20-20%	$Y = 584,219 + 0,888780^{\#}X - 0,00282699^{**}X^2$	0,87	654,07	157,19
	23-20%	$Y = 581,389 + 0,637662^{ns}X - 0,00181755^{**}X^2$	0,81	637,32	175,42
Filé	20-20%	$Y = 423,366 + 0,812792^{ns}X - 0,00248298^{**}X^2$	0,81	489,88	163,67
	23-20%	$Y = 432,351 + 0,410434^{ns}X - 0,00116506^{*}X^2$	0,63	468,50	176,14
% Carc	20-20%	$Y = 72,1998 + 0,023376^{\#}X - 0,000093428^{\#}X^2$	0,59	73,66	125,10

Carc – Carcaça; % – Rendimento; cortes nobres das aves: pernas, peito e filé.

** efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); # efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

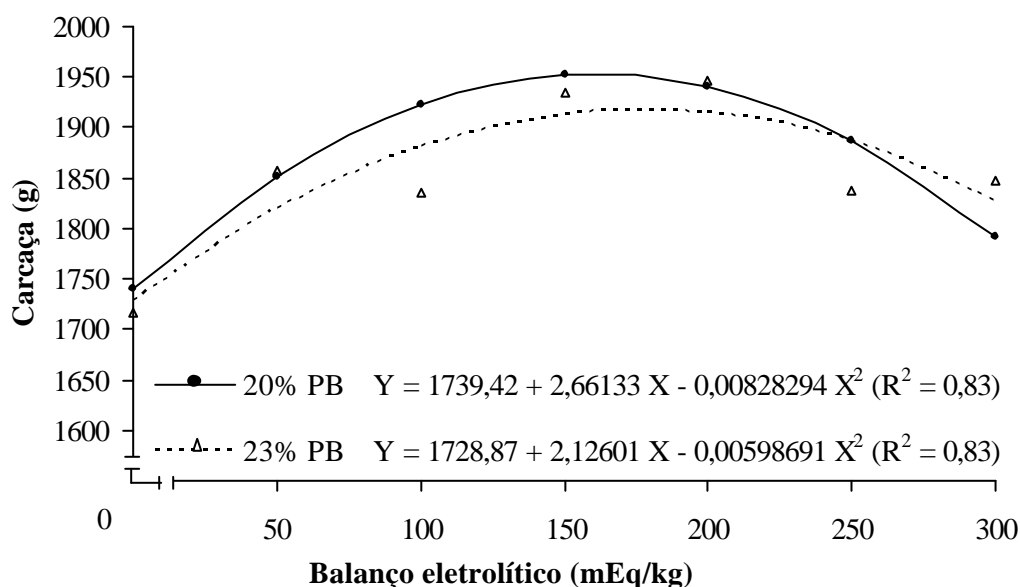


Figura 4 - Efeito de balanços eletrolíticos para as seqüências protéicas (20-20% e 23-20% de PB) sobre o peso absoluto de carcaça de frangos de corte de um a 42 dias.

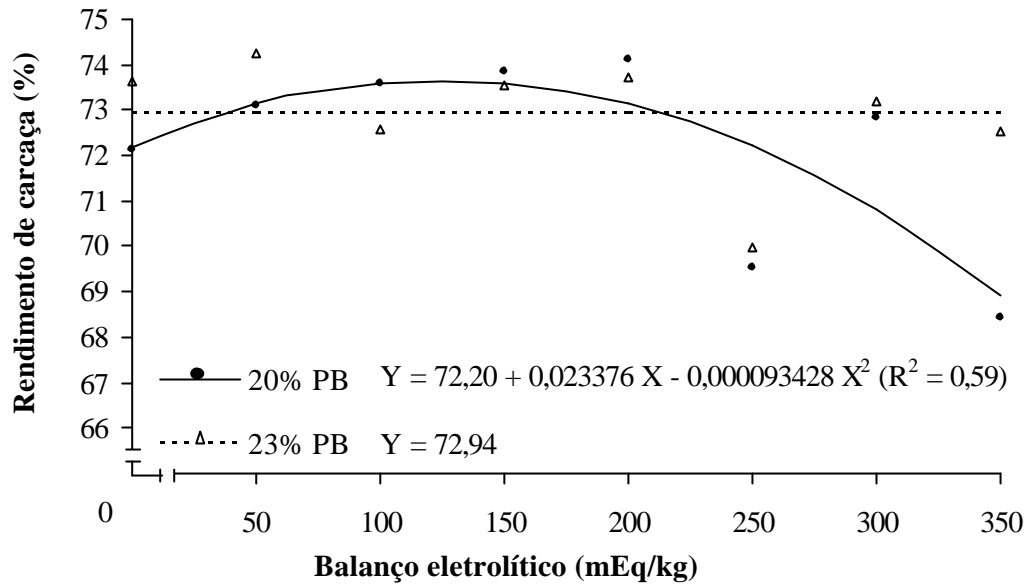


Figura 5 - Efeito de balanços eletrolíticos para as seqüências proteicas (20-20% e 23-20% de PB) sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte de um a 42 dias.

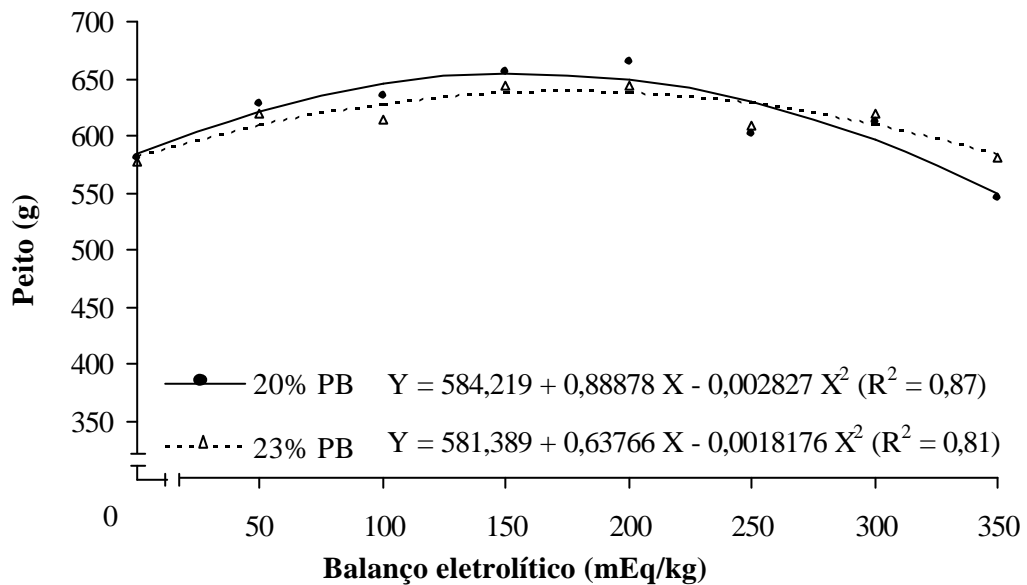


Figura 6 - Efeito de balanços eletrolíticos para as seqüências proteicas (20-20% e 23-20% de PB) sobre o peso absoluto de peito de frangos de corte de um a 42 dias.

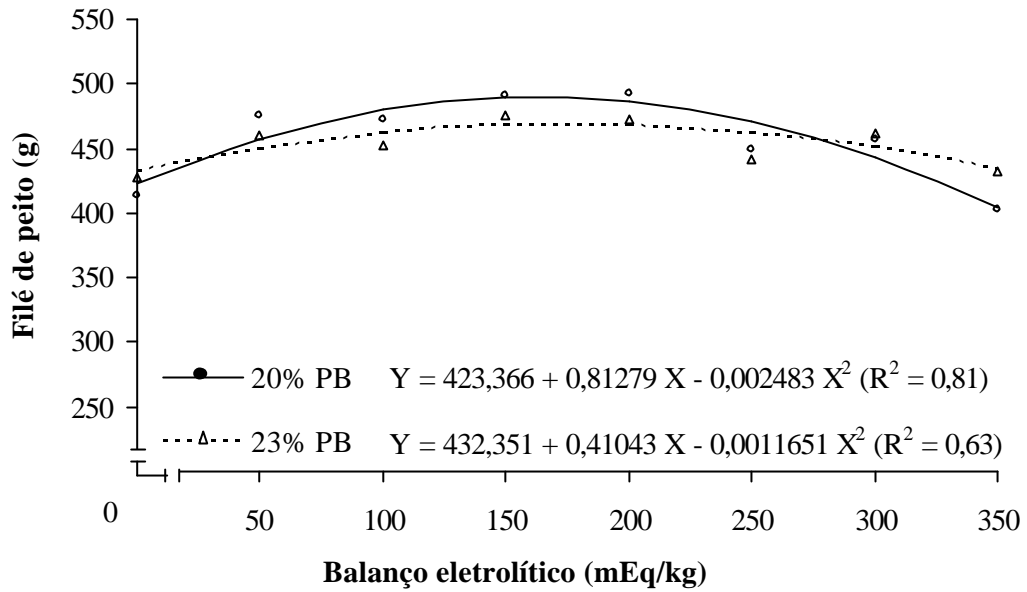


Figura 7 - Efeito de balanços eletrolíticos para as seqüências proteicas (20-20% e 23-20% de PB) sobre o peso absoluto do filé de peito de frangos de corte de um a 42 dias.

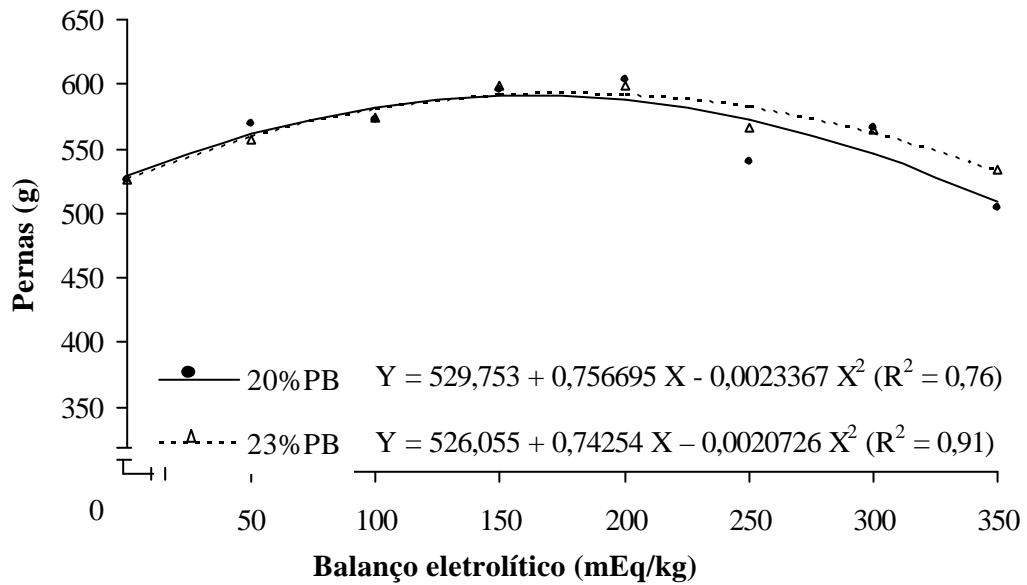


Figura 8 - Efeito de balanços eletrolíticos para as seqüências proteicas (20-20% e 23-20% de PB) sobre o peso absoluto das pernas de frangos de corte de um a 42 dias.

3.3. Umidade da cama de aves criadas de um a 42 dias

Observa-se na tabela 9 que BE altos e baixos foram os responsáveis pelo aumento na umidade da cama das aves. Foram observados efeitos quadráticos tanto para a ração com 20% de PB na fase inicial quanto para a ração com 23% de PB nessa mesma fase (tabela 10). Não houve interação do BE com o teor de matéria seca na cama das aves.

Os ótimos valores de BE podem ser verificados na tabela 10 e figura 9 e foram de 138 e 147 mEq/kg, correspondendo a 73,83 e 73,43% de matéria seca na cama de frango para os tratamentos cujas aves consumiram rações com 20 e 23% de PB na fase inicial, respectivamente.

Tabela 9 - Efeitos dos níveis de BE para as seqüências protéicas (20-20% e 23-20% de PB) sobre a matéria seca (%) da cama de frangos de corte de um a 42 dias de idade

Níveis de BE mEq/kg	Matéria seca da cama (%)	
	20 - 20 %	23 - 20 %
00	66,1	62,9
50	67,6	69,8
100	73,0	72,5
150	75,0	75,5
200	72,9	71,7
250	68,4	68,1
300	59,1	60,6
350	53,5	57,4
Média	67,0 ^a	67,3 ^a
Efeito	Q ^{**}	Q ^{**}
CV (%)	4,34	

Q^{**} efeito quadrático (P<0,01).

Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P<0,05).

Esses dados concordam com Hijikuro (1976), citado por CASADO e VISERDA(1983) em que o autor, trabalhando com aves de recria, e suplementando diferentes níveis de cloreto de sódio, observou que à medida que

o consumo de sal aumentou, ocorreu um aumento do consumo de água e de produção de “urina”.

Tanto o aumento de K quanto o de Cl foram suficientes isoladamente para o aumento de umidade na cama das aves no presente trabalho, corroborando com DAY (1986) que também observou um aumento de consumo e excreção de água com aumento dos níveis de Na (0,1 para 0,2%) e potássio (0,6 para 0,9%) na ração de frangos. Porém, o autor não observou alteração no consumo e excreção de água quando aumentou o nível de Cl (0,10 para 0,25%). Deve-se entretanto salientar que mesmo após aumentar o nível de Cl, este ainda se encontrava abaixo das exigências da tabela de ROSTAGNO (2000) e da recomendação de OLIVEIRA (2002), mas dentro do nível preconizado pelo NRC (1994).

Os resultados obtidos também estão de acordo com OLIVEIRA (2002) ao verificar que o consumo de água das aves foi afetado pelo nível de K da dieta, concluindo que as excretas das aves que consumiram pouco ou muito K apresentaram menor conteúdo de matéria seca na cama.

Os resultados obtidos reforçam o trabalho de RINEHART et al. (1969) que constataram que aves alimentadas com rações deficientes em K consumiram e excretaram mais água do que as que receberam nível adequado desse nutriente. Para os autores esse comportamento estava associado ao apetite depravado, apatia e hipotensão.

Tabela 10 - Equações de balanço eletrolítico para o teor de matéria seca na cama das aves aos 42 dias

Parâmetro	Seqüência protéica	Equação	R ²	Máx	Balanço Eletrolítico (mEq/kg)
% MS	20 - 20%	$Y = 64,77 + 0,13117^{**}X - 0,000474635^{**}X^2$	0,95	73,83	138,17
	23 - 20%	$Y = 63,84 + 0,13003^{**}X - 0,000440715^{**}X^2$	0,94	73,43	147,52

% MS – % matéria seca na cama de frango.

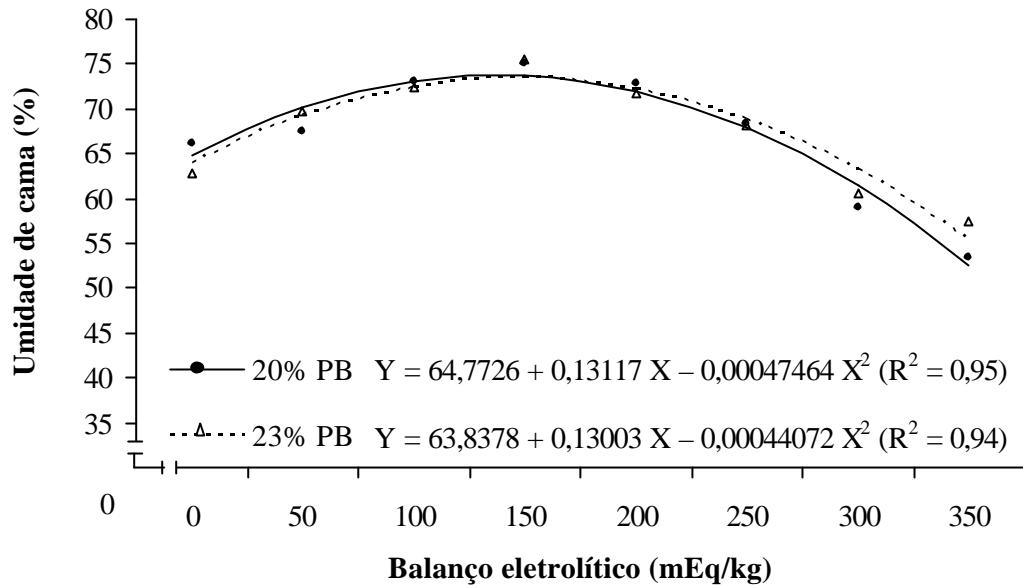


Figura 9 - Efeito de balanços eletrolíticos para as seqüências proteicas (20-20% e 23-20% de PB) sobre a umidade da cama das aves aos 42 dias.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O período experimental compreendeu a fase inicial de um a 21 dias e a fase de crescimento de 22 a 42 dias. Na fase inicial utilizaram-se 2112 pintinhos da marca comercial ROSS, machos e duas rações basais (20 e 23% de PB). Na fase de crescimento utilizaram-se 1728 frangos oriundos da primeira fase e apenas uma ração basal (20% de PB), corrigindo o desempenho em função da mortalidade dos animais até os 42 dias. Avaliaram-se o desempenho, a carcaça, os cortes nobres e a cama das aves com o objetivo de determinar o melhor valor de BE para dois níveis de PB (20 e 23%). Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8x2 (oito níveis de BE e dois níveis de PB), seis repetições e 22 aves por unidade experimental na primeira fase.

Na fase de crescimento, utilizou-se o mesmo delineamento experimental, mantendo-se os mesmos BE da fase inicial, duas seqüências proteicas e 18 aves

por unidade experimental. As rações basais foram suplementadas com cloreto de amônia (NH_4Cl) ou carbonato de potássio (K_2CO_3), de forma a obter 8 níveis (0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 350 mEq/kg) de BE. As variáveis avaliadas aos 42 dias foram: consumo de ração (g), ganho de peso (g) e conversão alimentar (g:g); rendimento de carcaça (%) e cortes nobres (g); umidade na cama das aves (%). Os melhores valores de BE estimados para os parâmetros de desempenho variaram de 159 a 195 mEq/kg e para o rendimento de carcaça e cortes nobres a variação foi de 125 a 179 mEq/kg. Em relação à cama das aves, os menores teores de umidade encontrados corresponderam aos valores de BE de 138 e 147 mEq/kg para as aves que receberam rações com 20 e 23% de PB na fase inicial, respectivamente. Entretanto, respeitando as respostas biológicas obtidas pelas aves para as características de desempenho, pode-se definir os ótimos BE em 179 e 185 mEq/kg, enquanto que para o rendimento de carcaça foi de 161 e 177 mEq/kg, para as aves alimentadas com rações contendo 20 e 23% de PB na fase inicial.

CAPÍTULO 3

BALANÇO ELETROLÍTICO E NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA SOBRE A RESISTÊNCIA ÓSSEA E MINERAIS NO TIBIOTARSO DE FRANGOS DE CORTE AOS 21 E 42 DIAS DE IDADE

1. INTRODUÇÃO

No passado, o osso era considerado apenas um tecido de suporte mecânico importante para dar forma ao animal. Hoje, sabe-se que o osso é um tecido heterogêneo e complexo que, além de suportar a musculatura e todo o peso do animal, está intimamente relacionado com o crescimento em geral. Ele é uma substância viva com vasos sanguíneos, vasos linfáticos e nervos, que cresce e está sujeito a doenças, e que cicatriza quando fraturado. Torna-se mais delgado e mais fraco pelo desuso e hipertrofia-se para suportar o peso aumentado (GETTY, 1986). Em razão da multiplicidade de funções, sua formação e reabsorção é altamente organizada e precisamente controlada. A estrutura óssea é bastante maleável, pois funciona como reserva de Ca e P, que são prontamente mobilizados para a manutenção do balanço metabólico e homeostasia celular.

O osso é uma forma especializada de tecido conjuntivo que, como os demais, é constituído por células e por matriz extracelular. A característica que o

distingue é a mineralização da matriz, o que produz um tecido extremamente rígido, capaz de desempenhar funções de sustentação e proteção (ROSS e ROWRELL, 1993).

O osso dos animais adultos da maioria das espécies domésticas contém, com base no seu peso líquido, cerca de 25% de água, 45% de cinzas e 30% de matéria orgânica. O cálcio responde por cerca de 37% do conteúdo de cinzas e o fósforo por aproximadamente 18,5%. Com base no peso seco, o conteúdo mineral do osso está entre 65 e 70%, com fração orgânica em torno de 30 a 35%. Da fração orgânica, 95 a 99% é colágeno que, sob aquecimento em solução aquosa converte-se em gelatina (SWENSON, 1996). O cálcio da matriz extracelular, é encontrado na forma de cristais de hidroxiapatita $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ e pode ser mobilizado e captado pelo sangue, para manter níveis apropriados em todos os tecidos do corpo, caso seja necessário.

Quanto aos constituintes minerais do osso, estes estão em troca constante com os constituintes do plasma. A desmineralização do osso ocorre quando a ingestão de minerais é inadequada ou quando sua perda é excessiva. A ossificação envolve a precipitação dos sais do osso na matriz, por meio de um equilíbrio físico-químico, envolvendo o Ca^{+2} , o HPO_4^{-2} e o PO_4^{-3} . A fosfatase alcalina, enzima que libera o fosfato dos ésteres orgânicos, pode produzir o fosfato inorgânico, que reage com o cálcio para formar o fosfato de cálcio insolúvel. A fosfatase não é encontrada na matriz, mas sim nos osteoblastos do osso em crescimento (ALBUQUERQUE, 1988).

O desequilíbrio de cátions e de ânions na ração pode influenciar na incidência de problemas de pernas em pintos. TARDIN (1995) relata que um teor alto de cloro tende a aumentar a incidência de discondroplasia da tíbia, particularmente quando os níveis de sódio e potássio são baixos. Se os níveis de sódio e de cloro são baixos, os teores de cinza nos ossos decrescem, segundo o autor. Hulan (1987) citado por EDWARDS (1992) constatou significativa interação entre sódio, potássio e cloro no desenvolvimento da discondroplasia na tíbia e os resultados eram sempre melhores quando o nível de cloro era reduzido e o nível de sódio elevado. Há evidências de que uma acidose metabólica

induzida por níveis altos de cloro pode reduzir a formação de $1,25 (\text{OH})_2\text{D}_3$ (MONGIN e SAUVEUR, 1977) e conseqüentemente problemas locomotores podem aparecer.

O objetivo do presente trabalho foi determinar o ótimo valor de BE em rações com dois níveis de proteína bruta (PB) para frangos de corte de 21 e 42 dias de idade com base nas cinzas e nos principais minerais do tibiotarso das aves, além de avaliar a resistência óssea do referido osso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local e duração

O presente trabalho foi conduzido no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de outubro a novembro de 2001. O abate das aves e o processamento das pernas foram feitos no próprio aviário.

2.2. Animais, instalação utilizada e manejo geral

O período experimental compreendeu a fase inicial de um a 21 dias e a fase de crescimento de 22 a 42 dias. Na fase inicial utilizaram-se 2112 pintinhos da marca comercial Ross, machos e duas rações basais. Na fase de crescimento utilizaram-se 1728 frangos oriundos da primeira fase e apenas uma ração basal.

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, com pé direito de 3,0 metros de altura, cobertura com telhas de cimento amianto provido de lanternim, mureta com laterais de 0,50 m, tela de ½”. Foram utilizados boxes de 1,25 x 1,80 m ($2,25 \text{ m}^2$) com piso de cimento. No piso de cada boxe foi colocada maravalha como cama (altura de 10 cm).

Durante o período experimental foi adotado programa de luz contínuo (24 horas de luz natural + artificial). Para aquecimento dos pintos, do 1º ao 15º dia, foram utilizadas lâmpadas de infravermelho de 250W/boxe, com altura regulável.

As variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, foram medidas com termômetros de máxima e mínima, termômetro de bulbo seco e úmido e termômetro de globo negro para obtenção do ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade). A temperatura do galpão foi registrada diariamente e as leituras foram feitas às 7 horas e às 19 horas por termômetros de máxima e mínima (Tabela 1). As leituras dos termômetros das demais variáveis foram realizadas cinco vezes ao dia (7, 10, 13, 16 e 19 h) e suas médias podem ser observadas na tabela 2.

Tabela 1 - Temperatura registrada no período de um a 42 dias de idade

Período (dias)	Temperatura (°C)			
	Máxima		Mínima	
	Absoluta	Média	Absoluta	Média
1 a 7	31	30	18	20
8 a 14	32	30	18	22
15 a 21	30	29	14	18
22 a 28	28	27	19	21
29 a 35	32	30	20	21
36 a 42	32	28	21	22
Média	-	29	-	21

Tabela 2 - Média das condições ambientais registradas durante o período experimental

Período (dias)	Umidade relativa (%)	ITGU
1 a 7	67 ± 5,9	74 ± 0,9
8 a 14	71 ± 6,1	75 ± 1,0
15 a 21	61 ± 3,5	73 ± 1,7
22 a 28	64 ± 8,7	73 ± 0,8
29 a 35	79 ± 6,7	76 ± 2,0
36 a 42	83 ± 8,6	75 ± 1,7
Média	73 ± 6,6	74 ± 1,3

ITGU = $T_{gn} + 6,36 T_{po} - 330,08$; em que: T_{gn} = temperatura de globo negro (°K) e T_{po} = temperatura de ponto de orvalho (°K).

2.3. Rações experimentais

No período de um a 21 dias de idade, as aves receberam rações com 20 e 23% de PB a base de milho, farelo de soja e glúten de milho, de forma a atender recomendações nutricionais segundo ROSTAGNO et al. (2000) para a fase inicial, exceto para potássio e cloro.

No período de 22 a 42 dias de idade as aves receberam uma única ração experimental com 20% de PB a base de milho, farelo de soja e glúten de milho, de forma a atender as exigências nutricionais segundo ROSTAGNO et al. (2000) para a fase de crescimento, exceto para potássio e cloro.

Essas rações foram formuladas de forma a conter BE de 150 mEq/kg, sendo utilizado como fonte de cloro o cloreto de amônia (Tabela 3).

Os valores de BE foram calculados utilizando a seguinte fórmula sugerida por MONGIN (1981):

$$BE = (\%Na^{+} \times 100/22,990^{*}) + (\%K^{+} \times 100/39,102^{*}) - (\%Cl^{-} \times 100/35,453^{*})$$

(* Equivalente grama do Na^{+} , K^{+} ou Cl^{-} , respectivamente.)

Tabela 3 - Rações basais iniciais com 20 e 23% de PB e ração basal crescimento

Ingredientes	Ração inicial 20%	Ração inicial 23%	Ração crescimento 20%	
Milho	60,870	55,913	61,785	
Farelo de soja	30,128	28,853	25,582	
Farelo de glúten de milho	–	7,941	4,100	
Óleo de soja	2,571	1,632	2,998	
Calcário	1,000	1,027	0,957	
Fosfato bicálcico	1,860	1,826	1,629	
DL – Metionina (99%)	0,285	0,130	0,163	
L – Arginina (99%)	0,097	–	0,153	
Glicina	0,296	–	–	
L – Lisina HCl (98%)	0,332	0,295	0,308	
L – Treonina (98,5%)	0,139	0,007	–	
L – Triptofano	0,012	–	0,006	
Sal comum	0,469	0,460	0,392	
Cloreto de amônia	0,122	0,134	0,129	
Cloreto colina 60%	0,100	0,100	0,100	
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	
Mistura mineral ²	0,050	0,050	0,050	
Virginamicina ³	0,050	0,050	0,050	
Anticoccidiano ⁴	0,055	0,055	0,055	
Antioxidante ⁵	0,010	0,010	0,010	
Areia lavada (inerte)	1,500	1,500	1,500	
TOTAL	100,00	100,00	100,00	
Composições Calculadas				
Energia Metabolizável	(kcal/ kg)	3.000	3.000	3.000
Proteína bruta	(%)	20,00	23,00	20,00
Cálcio	(%)	0,960	0,960	0,874
Fósforo total	(%)	0,668	0,679	0,603
Fósforo disponível	(%)	0,450	0,450	0,406
Sódio	(%)	0,225	0,222	0,192
Potássio	(%)	0,737	0,712	0,663
Cloro	(%)	0,484	0,457	0,366
Arginina total	(%)	1,324	1,321	1,250
Arginina digestível	(%)	1,260	1,260	1,178
Glicina + Serina	(%)	2,096	2,096	1,808
Metionina + Cistina total	(%)	0,890	0,901	0,817
Metionina+Cistina digestível	(%)	0,815	0,815	0,741
Lisina total	(%)	1,250	1,252	1,148
Lisina digestível	(%)	1,143	1,143	1,045
Treonina total	(%)	0,874	0,873	0,746
Treonina digestível	(%)	0,766	0,766	0,650
Triptofano total	(%)	0,245	0,243	0,746
Triptofano digestível	(%)	0,221	0,221	0,650
Balanço Eletrolítico	(mEq/kg)	150	150	150

¹ Rovimix (Roche) Níveis de garantia por quilo do produto: vitamina A - 10.000.000 UI; vitamina D3 - 2.000.000 UI; Vitamina E - 30.000 UI; Vitamina B1 - 2,0g; Vitamina B6 - 4,0 g; Ác Pantotênico - 12,0g; Biotina - 0,10g; Vitamina K3 - 3,0 g; Ácido fólico - 1,0 g; Ácido nicotínico- 50,0 g; Vitamina B12 - 15.000 mcg; Selênio - 0, 25 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g.

² Rologimix (Roche).- Níveis de garantia por quilo de produto: Manganês 16,0 g; Ferro - 100,0 g; Zinco - 100,0 g; Cobre - 20,0 g; Cobalto - 2,0 g; Iodo - 2,0 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g.

³ Stafac[®] – 50 %.

⁴ Coxistac[®] (Salinomicina) – 12 %.

⁵ Hidroxi Butil Tolueno.

2.4. Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8x2 (oito níveis de BE dentro de duas seqüências protéicas), seis repetições e 22 aves por unidade experimental na primeira fase. Na fase de crescimento, utilizou-se o mesmo delineamento experimental, mantendo-se os mesmos BE da fase inicial, pela suplementação a ração basal crescimento e 18 aves por unidade experimental. As rações basais nas fases inicial e de crescimento foram suplementadas com cloreto de amônia (NH_4Cl) ou carbonato de potássio (K_2CO_3) em substituição ao material inerte, de forma a obter 8 níveis (0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 350 mEq/kg) de BE. As aves foram distribuídas uniformemente com um dia de idade e com peso médio de 45 g.

O cloreto de amônia (NH_4Cl) foi utilizado para se obter os balanços de 0, 50, e 100 mEq/kg e o carbonato de potássio (K_2CO_3) para balanços de 200, 250, 300 e 350 mEq/kg. Os tratamentos experimentais podem ser observados na tabela 4.

Tabela 4 - Tratamentos constituídos pelas rações basais (inicial 20 e 23% de PB e ração crescimento 20% PB) suplementadas com NH_4Cl ou K_2CO_3

BE (mEq/kg)	Ração Basal (kg)	Inerte (kg)	NH_4Cl (kg)	K_2CO_3 (kg)	Total (kg)
0	98,5	0,693	0,807	-	100
50	98,5	0,962	0,538	-	100
100	98,5	1,231	0,269	-	100
150	98,5	1,500	-	-	100
200	98,5	1,151	-	0,349	100
250	98,5	0,802	-	0,698	100
300	98,5	0,453	-	1,047	100
350	98,5	0,104	-	1,396	100

NH_4Cl – peso molecular (U.M.A.) = 53,45; pureza 99,5 %.

K_2CO_3 – peso molecular (U.M.A.) = 138,20; pureza 99,0 %.

2.5. Parâmetros avaliados

Aos 21 e 42 dias de idade, uma ave de cada repetição com o peso médio da unidade experimental foi sacrificada por deslocamento cervical, e os ossos do tibiotarso de ambas as pernas foram removidos. Estes ossos foram limpos de todo o tecido aderente, medidos seus comprimentos e cortados longitudinalmente, removendo-se a medula óssea com jatos de água destilada e deionizada. Em seguida foram desidratados com etanol e, posteriormente, desengordurados com éter de petróleo, em aparelho de Soxhlet, por 12 horas.

Os parâmetros de resistência óssea foram determinados no osso “in natura” utilizando os ossos do lado direito, em prensa INSTRON- modelo 4204, pertencente ao Laboratório de Papel e Celulose do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa.

Os ossos provenientes das pernas do lado esquerdo foram calcinados em mufla, a 600°C, para as determinações dos teores de cinzas, conforme GARDINER et al. (1961).

A seguir, as cinzas foram usadas para preparo de solução mineral pela dissolução das cinzas em solução de ácido clorídrico (1:1). O ácido foi evaporado em banho de areia por 30 minutos. O aquecimento em meio ácido tem a função de descomplexar os minerais.

Os teores de cálcio e de magnésio nas cinzas foram obtidos por espectrofotometria de absorção atômica. Os teores de sódio e de potássio por espectrofotometria de chama e o teor de fósforo, por colorimetria, conforme metodologias descritas por SILVA (1990).

2.6. Análises Estatísticas

As análises estatísticas dos dados obtidos, foram realizadas usando o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997), onde foi feita uma análise de variância, com posterior uso de regressão

polinomial para cada variável estudada, além do teste de F a 5% de probabilidade na comparação de médias dos tratamentos para cada nível protéico estudado.

Por interesse do estudo, optou-se pelo desdobramento do BE dentro de cada nível protéico, independente da interação ter sido significativa.

O modelo estatístico utilizado para todos os parâmetros avaliados foi:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + P_j + N_i/P_j + E_{ijk}$$

onde: Y_{ijk} = parâmetro observado na unidade experimental k, do nível de balanço eletrolítico i, dentro do nível de proteína bruta j;

μ = média geral observada;

N_i = efeito do balanço eletrolítico i; i = 0; 50; 100; 150; 200; 250; 300; 350;

P_j = efeito do nível de proteína bruta j; j = 20 e 23%;

N_i/P_j = efeito do balanço eletrolítico i, dentro do nível de proteína bruta j;

E_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Resistência à quebra do tibiotarso aos 21 e 42 dias das aves

Observa-se na tabela 5 que os diferentes níveis de BE não afetaram a resistência óssea. Também não se observou interação do BE com a resistência óssea aos 21 e aos 42 dias de idade.

Tabela 5 - Efeito de balanços eletrolíticos (BE) para 20 e 23% de proteína aos 21 dias e para as seqüências protéicas (20-20% e 23-20% de PB) aos 42 dias sobre a resistência óssea de frangos de corte

Níveis de BE mEq/kg	Resistência óssea 21 (kgf/mm)		Resistência óssea 42 (kgf/mm)	
	20%	23%	20-20%	23-20%
00	21,74	22,33	31,74	32,99
50	22,60	25,86	29,77	29,06
100	22,56	22,17	27,79	27,85
150	23,70	24,22	29,55	28,79
200	24,47	23,06	28,44	32,17
250	21,67	26,12	32,24	29,02
300	22,34	21,63	29,20	33,43
350	22,00	22,89	29,98	25,51
Média	22,63 ^a	23,53 ^a	29,84 ^a	29,85 ^a
Efeito	ns	ns	ns	ns
CV (%)	13,29		17,07	

^{ns} não significativo.

Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P<0,05).

Os valores de resistência óssea aos 21 dias foram numericamente inferiores aos valores correspondentes aos 42 dias, o que já era esperado, em função da menor mineralização no osso das aves mais jovens.

VARGAS JR (2002), ao trabalhar com aves de reposição leves e semipesadas de 0 a 6 semanas de idade, verificou que a resistência óssea de aves leves foi aumentando à medida que houve aumento do cálcio na ração. As aves semipesadas apresentaram máxima resistência óssea por volta de 0,961% de cálcio na ração. O autor também obteve efeito quadrático crescente para a resistência óssea ao suplementar cálcio na fase de 13 a 20 semanas para as duas categorias de poedeiras, obtendo como exigências valores próximos ao recomendado por ROSTAGNO et al. (2000).

Os resultados do presente experimento concordam com as observações feitas por ROSTAGNO et al. (1996) e BRUGALLI et al. (1999), em que a exigência nutricional para otimizar o desempenho das aves é inferior a exigência

para maximizar a resistência óssea. De acordo com ZOLLITSCH et al. (1996), a mobilização óssea para atender as necessidades metabólicas é processo normal, e a perda óssea somente comprometerá a resistência, quando houver deficiência prolongada. Os dados avaliados por ZOLLITSCH et al. (1996) são reforçados por NARVÁEZ et al. (1997), que estudando a exigência de cálcio, encontraram que dentre os parâmetros avaliados a resistência óssea foi a característica que teve a maior exigência de cálcio. SILVA (2000) em ensaio com pintos de um a 14 dias recebendo dieta purificada obteve máxima resistência óssea com suplementação de níveis elevados de vitamina D₃ nas dietas.

A resistência à quebra ao tibiotarso apresentou coeficiente de variação bastante elevado, comparado aos das demais variáveis, o que foi verificado também por BRUGALLI et al. (1999) que obteve o valor de 19,73 para esse mesmo osso e por LIMA (1995), cujo coeficiente em seu experimento apresentou o valor de 22,24 para o fêmur. CRENSHAW et al. (1981) sugerem que seja levada em consideração, além da força, a área sobre a qual ela é aplicada.

3.2. Cinzas e minerais no tibiotarso aos 21 dias de idade

Os diferentes níveis de BE afetaram o teor de cálcio no tibiotarso das aves que consumiram ração com 23% de PB e o teor de potássio naquelas cuja ração possuía 20% de PB (Tabela 6). Não se observou interação do BE com o teor de cinzas ou com qualquer mineral avaliado. Embora não tenha ocorrido efeito significativo, observa-se que os percentuais mais altos de cinzas ocorreram com nível de BE acima de 150 mEq/kg e os percentuais mais altos de fósforo no intervalo entre 100 e 250 mEq/kg. Em relação ao sódio e ao magnésio, nenhuma inferência pode ser feita com os resultados obtidos.

Foram observados efeitos quadráticos dos níveis de BE para o cálcio ($P < 0,01$) e o potássio ($P < 0,10$) para os tratamentos com 23 e 20% de PB, respectivamente. A tabela 7 e as figuras 1 e 2, apresentam as equações de regressão e os valores de máximo ganho de peso e de consumo de ração, além do

nível ótimo de balanço eletrolítico expresso em mEq/kg, obtidos por equações de regressão polinomiais.

Tabela 6 - Efeito de balanços eletrolíticos (BE) para 20 e 23% de proteína sobre os teores de cinzas e minerais no tibiotarso aos 21 dias

Níveis de BE mEq/kg	Cinzas (%)		Cálcio (%)		Fósforo (%)	
	20%	23%	20%	23%	20%	23%
00	26,11	27,20	33,56	32,77	17,95	18,34
50	25,86	27,12	32,95	34,56	17,71	18,52
100	26,88	26,75	33,68	34,03	18,98	18,67
150	27,37	27,43	33,85	34,41	18,67	18,59
200	27,51	27,96	34,86	35,16	18,24	18,56
250	27,67	28,10	34,86	32,18	18,22	17,06
300	27,06	26,76	32,93	32,02	17,94	18,20
350	27,95	28,56	33,86	32,05	17,73	17,67
Média	27,05 ^a	27,48 ^a	33,82 ^a	33,40 ^a	18,18 ^a	18,20 ^a
Efeito	ns	ns	ns	Q ^{**}	ns	ns
CV (%)	11,42		5,53		7,29	
Níveis de BE mEq/kg	Potássio (%)		Sódio (%)		Magnésio (%)	
	20%	23%	20%	23%	20%	23%
00	1,45	1,44	1,52	1,6	0,81	0,82
50	1,45	1,33	1,62	1,44	0,81	0,76
100	1,37	1,35	1,52	1,55	0,85	0,84
150	1,30	1,36	1,53	1,47	0,86	0,81
200	1,26	1,29	1,45	1,46	0,82	0,85
250	1,26	1,28	1,58	1,4	0,8	0,78
300	1,21	1,28	1,4	1,53	0,8	0,78
350	1,48	1,28	1,71	1,53	0,87	0,92
Média	1,35 ^a	1,33 ^a	1,54 ^a	1,50 ^a	0,82 ^a	0,82
Efeito	Q [#]	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	20,20		14,40		13,82	

Q^{**} efeito quadrático (P<0,01); Q[#] efeito quadrático (P<0,10); ns não significativo.

Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P<0,05).

Tabela 7 - Equações de balanço eletrolítico para os parâmetros ósseos de frangos de corte aos 21 dias

Parâmetro	Proteína	Equação	R ²	Máx/ Mín	Balanço Eletrolítico (mEq/kg)
Ca	23 %	$Y = 33,25 + 0,016405^{**} X - 0,000062178^{**} X^2$	0,60	34,33	131,92
K	20 %	$Y = 1,51 - 0,002338^{ns} X + 0,00000575^{#} X^2$	0,62	1,27	203,31

Ca – cálcio; K – potássio.

* Efeito significativo (P<0,05); # efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

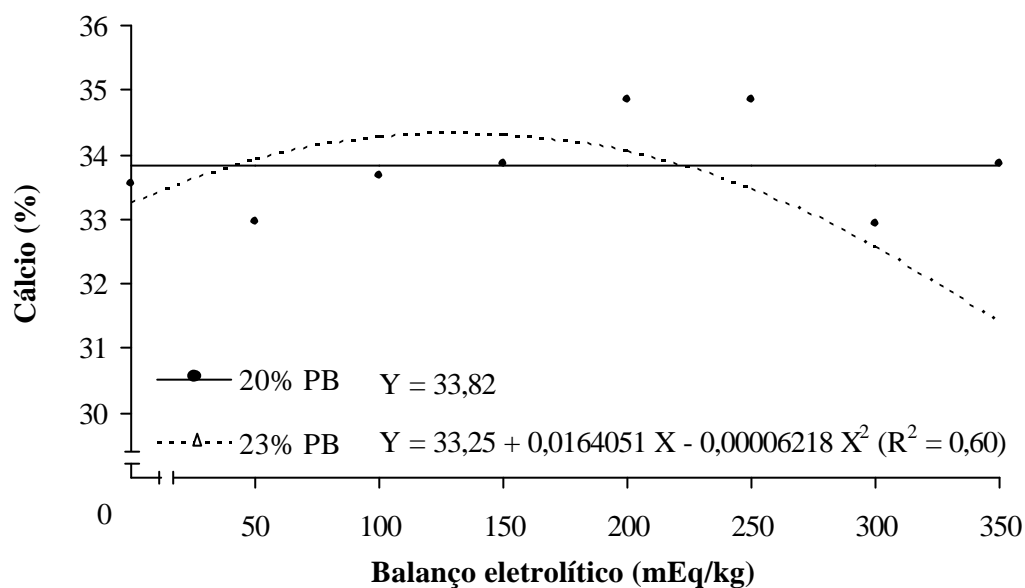


Figura 1 - Efeito de balanços eletrolíticos para 20 e 23% de proteína sobre o teor de cálcio no tibiotarso de frangos de corte aos 21 dias.

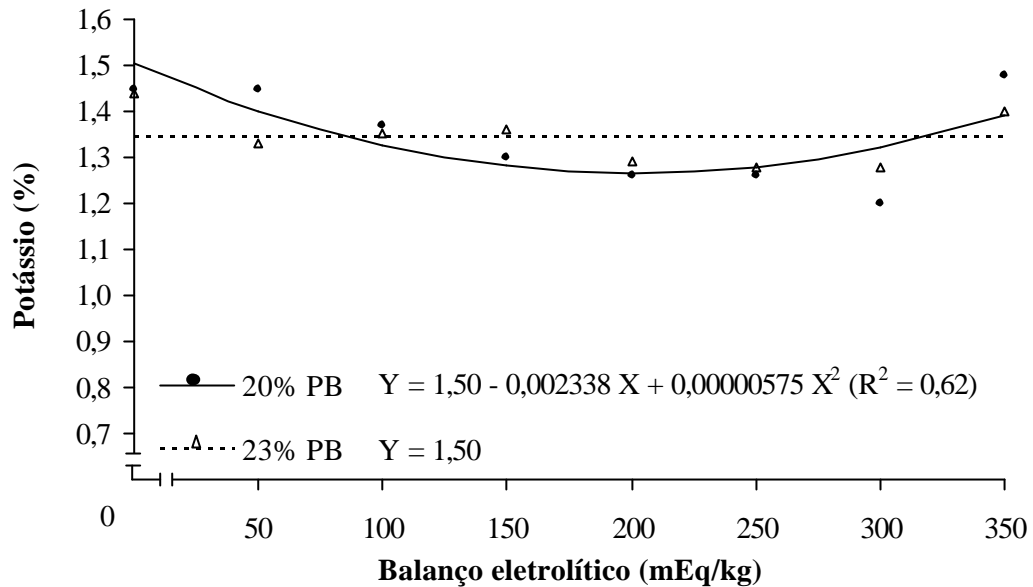


Figura 2 - Efeito de balanços eletrolíticos para 20 e 23% de proteína sobre o teor de potássio no tibiotarso de frangos de corte aos 21 dias.

O melhor valor de BE para a deposição de cálcio no tibiotarso foi de 132 mEq/kg para a ração com 23% de PB, culminando com um teor ósseo de 34,33% do mineral. VARGAS JR (2002) ao trabalhar com aves de reposição leves e semipesadas de 0 a 6 semanas de idade verificou aumento do cálcio e do fósforo no osso com o aumento do cálcio e do fósforo na ração somente para aves semipesadas, que pode estar relacionado ao ritmo maior de crescimento em relação as aves leves.

O ótimo BE obtido para o teor de potássio no tibiotarso foi de 203 mEq/kg para a ração com 20% de PB, culminando com um percentual ósseo de 1,27% do mineral. Os resultados discordam de SCOTT et al. (1982) que afirmaram que os ossos armazenam Na e K quando ingeridos em excesso ou em alcalose. Isso pode ter ocorrido em função do elevado coeficiente de variação obtido para essas variáveis. Entretanto, corroboram com FREITAS (2001) que não observou maior teor de potássio nas aves que receberam maior suplementação desse mineral na ração.

A inter-relação entre os minerais é assunto bastante controverso e alguns trabalhos sugerem que o efeito do BE seja dependente do tipo de cátion manipulado na dieta (OVIEDO RONDON et al., 1999; MURAKAMI, 1999;

JONNISON e KARUNAJEEWA, 1985). HALLEY et al. (1987) afirmaram que é possível aumentar ou diminuir a incidência de discondroplasia tibial (DT) pela manipulação da relação cátion:ânion da dieta. Esses autores observaram alta correlação entre a DT e o desequilíbrio ácido-base, indicando o efeito da manipulação do conteúdo mineral da dieta sobre a capacidade tampão do sangue, o que pode afetar funções, como a mineralização dos ossos.

3.3. Cinzas e minerais no tibiotarso aos 42 dias de idade

Os valores de BE afetaram apenas o teor de cinzas (Tabela 8) das aves que consumiram ração com 23% de PB na fase inicial. Embora não tenha ocorrido efeito significativo no teor de cinzas das aves que receberam 20% de PB nessa mesma fase, verifica-se que os maiores valores encontram-se no intervalo de BE entre 150 e 250 mEq/kg. Dentre os parâmetros avaliados, observou-se interação apenas do BE com o teor de potássio no tibiotarso das aves, fazendo com que não seja possível atribuir diferenças as seqüências protéicas estudadas.

Observa-se que aos 42 dias de idade os BE não afetaram os teores de minerais no tibiotarso. É provável que a compensação renal e respiratória das aves em alcalose e em acidose metabólica tenham sido suficientes para provocarem alterações apenas a nível sangüíneo durante essa fase de criação.

Tabela 8 - Efeito de balanços eletrolíticos (BE) para as seqüências protéicas (20-20% e 23-20%) sobre o teor de cinzas e de minerais no tibiotarso aos 42 dias

Níveis de BE MEq/kg	Cinzas (%)		Cálcio (%)		Fósforo (%)	
	20-20%	23-20%	20-20%	23-20%	20-20%	23-20%
00	22,42	21,56	33,25	34,83	17,74	17,61
50	22,37	23,96	33,45	34,66	17,39	17,43
100	22,40	23,47	33,47	34,86	18,28	18,25
150	24,46	24,97	34,17	35,02	17,92	17,87
200	25,86	24,13	35,47	35,37	17,83	17,94
250	24,47	25,48	35,45	32,90	17,57	17,76
300	22,42	22,99	34,74	34,75	17,52	17,93
350	22,53	22,66	34,33	33,58	17,62	17,53
Média	23,37 ^a	23,65 ^a	34,29 ^a	34,50 ^a	17,73 ^a	17,79 ^a
Efeito	ns	Q ^{**}	ns	ns	ns	ns
CV (%)	10,30		6,70		9,79	
Níveis de BE MEq/kg	Potássio (%)		Sódio (%)		Magnésio (%)	
	20-20%	23-20%	20-20%	23-20%	20-20%	23-20%
00	1,16	1,26	1,89	1,85	0,96	1,01
50	1,22	1,22	1,95	1,81	0,91	0,99
100	1,22	1,35	1,76	1,87	0,90	0,91
150	1,24	1,25	1,80	1,82	0,97	0,93
200	1,29	1,11	2,05	1,83	0,97	0,90
250	1,18	1,17	1,76	1,81	0,97	0,98
300	1,21	1,17	1,87	1,75	0,93	1,01
350	1,22	1,28	1,80	1,81	0,98	0,94
Média	1,22	1,23	1,86 ^a	1,82 ^a	0,95 ^a	0,96 ^a
Efeito	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8,83		9,62		12,52	

Q^{**} efeito quadrático (P<0,01); ns não significativo.

Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste f (P<0,05).

Houve efeito quadrático para o teor de cinzas no tibiotarso (P<0,05) e (P<0,01) para os tratamentos com 20 e 23% de PB na fase inicial, respectivamente, conforme mostra a tabela 9 e a figura 3. A exigência para essa variável foi de 186 meq/kg, culminando com um percentual máximo de 24,79% de cinza no referido osso. SILVA (2000) trabalhando com aves no período de um a 14 dias obtiveram maiores teores de cinzas no tibiotarso com níveis elevados de

vitamina D₃ em suas dietas purificadas. Os autores ainda verificaram que as aves que apresentaram maior incidência de problemas de pernas exibiram os menores teores de cinza óssea no fêmur e tibiotarso. LIMA (1995) obteve efeito quadrático do nível de fósforo na ração sobre o teor de cinzas no fêmur de frangos de corte aos 42 dias de idade, obtendo exigência de 0,150% de fósforo disponível/Mcal EM pelo modelo quadrático, próximo ao recomendado por ROSTAGNO (2000).

Os resultados deste experimento estão de acordo com os obtidos por BUDDE e CRENSHAW (2003) ao avaliarem os parâmetros ósseos de suínos submetidos a três dietas: acidogênica (- 35mEq/kg), controle (112 mEq/kg) e alcalinogênica (212 mEq/kg). Segundo os autores, os minerais dos ossos não foram afetados na tentativa de tamponar a carga ácida da dieta. Houve apenas uma retenção de cloro no organismo dos animais mas não necessariamente no osso.

Com base no trabalho de BUDDE e CRENSHAW (2003), pode-se supor que outros tecidos (tendões, músculo e eritrócitos) poderiam também estar envolvidos com o armazenamento de vários minerais, particularmente do sódio, magnésio e potássio.

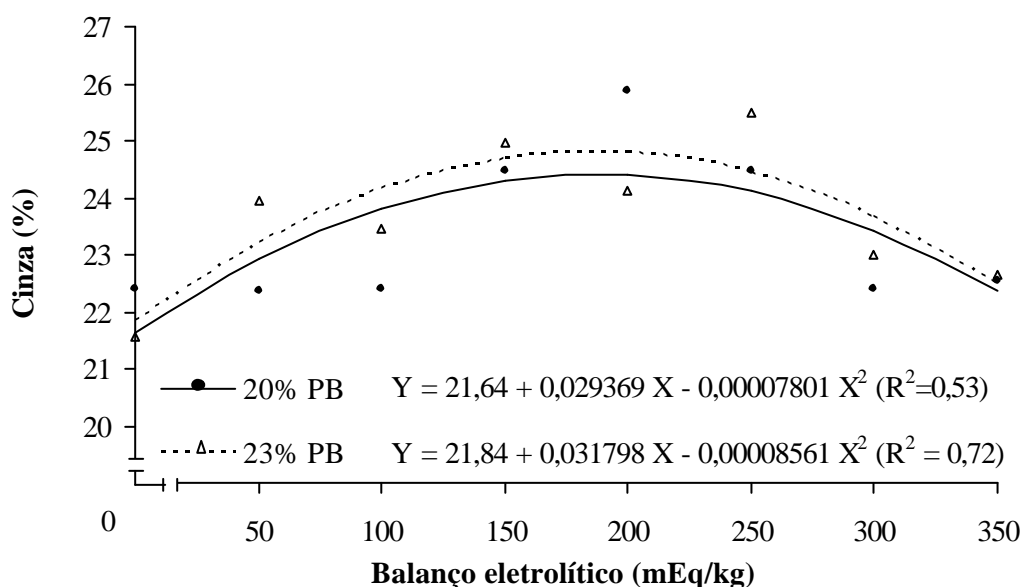


Figura 3 - Efeito de balanços eletrolíticos para as seqüências protéicas (20-20% e 23-20%) sobre o teor de cinzas no tibiotarso de frangos de corte aos 42 dias.

Tabela 9 - Equações de balanço eletrolítico para os parâmetros ósseos de frangos de corte aos 42 dias de idade

Parâmetro	Seqüência protéica	Equação	R ²	Máx	Balanço Eletrolítico (mEq/kg)
Cinza	20-20%	$Y = 21,64 + 0,0293694^{ns} X - 0,000078010^* X^2$	0,53	24,40	188,24
	23-20%	$Y = 21,84 + 0,0317985^{ns} X - 0,000085611^{**} X^2$	0,72	24,79	185,72

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); ^{ns} não significativo.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O período experimental compreendeu a fase inicial de um a 21 dias e a fase de crescimento de 22 a 42 dias. Na fase inicial utilizaram-se 2112 pintinhos, machos, da marca comercial ROSS e duas rações basais (20 e 23% de PB). Na fase de crescimento utilizaram-se 1728 frangos oriundos da primeira fase e apenas uma ração basal (20% de PB). Avaliou-se a resistência óssea e os teores de cinzas, cálcio, fósforo, potássio, sódio e magnésio no tibiotarso com o objetivo de determinar o melhor valor de BE aos 21 e 42 dias de idade. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8x2 (oito níveis de BE dentro de dois níveis de PB), seis repetições e 22 aves por unidade experimental na primeira fase.

Na fase de crescimento, utilizou-se o mesmo delineamento experimental, mantendo-se os mesmos BE da fase inicial e 18 aves por unidade experimental. As rações basais foram suplementadas com cloreto de amônia (NH₄Cl) ou carbonato de potássio (K₂CO₃), de forma a obter 8 níveis (0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 350 mEq/ kg) de BE. As variáveis avaliadas aos 21 e 42 dias foram: resistência óssea (kgf/mm), cinzas (%), cálcio (%), fósforo (%), potássio (%), sódio (%) e magnésio (%) no tibiotarso das aves. O BE não afetou a resistência óssea. Aos 21 dias de idade, o BE apenas influenciou os teores de cálcio e potássio no tibiotarso, onde o melhor valor estimado de BE foi de 132 e 203

mEq/kg para os teores de cálcio (23% de PB na ração basal inicial) e potássio (20% de PB na ração basal inicial), respectivamente. Aos 42 dias o BE somente influenciou o teor de cinzas no tibiotarso das aves alimentadas com 23% de PB na fase inicial, sendo 186 mEq/kg o melhor valor estimado encontrado.

CAPÍTULO 4

BALANÇO ELETROLÍTICO E NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA SOBRE PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE FRANGOS DE CORTE AOS 21 E 42 DIAS DE IDADE

1. INTRODUÇÃO

O sangue de um animal transporta nutrientes do trato digestivo para os tecidos, os produtos finais do metabolismo das células até os órgãos de excreção, o oxigênio dos pulmões para os tecidos, o dióxido de carbono dos tecidos para os pulmões e as secreções das glândulas endócrinas por todo o corpo. O sangue também ajuda a regular a temperatura corporal, mantém constante a concentração de água e de eletrólitos nas células, regula a concentração de íon hidrogênio no corpo e defende-o contra microorganismos. As células do sangue e compartimentos líquidos do corpo ajudam nessas funções (SWENSON, 1996).

Os constituintes extracelulares do sangue incluem a água, os eletrólitos, as proteínas, a glicose, as enzimas e os hormônios. Dentre os eletrólitos merecem destaque o cálcio ionizável e o fosfato. As proteínas no soro também são essenciais para a manutenção da homeostasia.

O cálcio plasmático existe nas formas ionizáveis ligados a proteínas (albumina, globulina) e compostos orgânicos (fosfato e outros ânions), sendo a principal delas a forma ionizável (Ca^{2+}). Metade do cálcio plasmático está na forma solúvel ionizável, enquanto a outra metade está ligado a proteínas. Tem ainda pequena parte (5%) que está complexado com elementos inorgânicos não ionizáveis (SWENSON, 1996). Este cálcio plasmático é essencial para a coagulação sangüínea, permeabilidade de membrana, excitabilidade neuromuscular, transmissão do impulso nervoso e ativação de sistemas enzimáticos. Deficiência ou excesso de cálcio pode reduzir a atividade cardíaca por meio do aumento da duração e da força de contração.

O fósforo une-se ao cálcio e ao carbonato formando compostos que conferem rigidez aos ossos. Participa do metabolismo energético, metabolismo de carboidratos, aminoácidos e gordura, nos processos químicos do sangue, crescimento do esqueleto, transporte de ácidos graxos e outros lipídios. Participa também como constituinte de ácidos nucléicos, e componentes de muitas coenzimas, além de estar envolvido no armazenamento e transferência de energia em compostos fosforilados da glicose e seus derivados (McDOWELL, 1992).

As proteínas plasmáticas identificadas até então foram albumina, globulina e fibrinogênio, que constituem as proteínas sangüíneas totais. Elas são responsáveis pela manutenção da pressão coloidosmótica do plasma, contribuindo assim para a manutenção da pressão sangüínea dentro dos limites normais. Além disso, ajudam a regular o equilíbrio ácido-básico do sangue e participam do transporte de nutrientes (Ca, P, Fe, Cu, lipídios, vitaminas lipossolúveis, aminoácidos), hormônios, colesterol, bilirrubina e outras substâncias (SWENSON, 1996).

O objetivo do presente trabalho foi determinar o melhor valor de BE em rações com dois níveis de proteína bruta para frangos de corte de 21 e 42 dias de idade com base nos parâmetros sangüíneos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local e duração

O presente trabalho foi conduzido no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de outubro a novembro de 2001. O abate das aves e a coleta de sangue foram feitos no próprio aviário.

2.2. Animais, instalação utilizada e manejo geral

O período experimental compreendeu a fase inicial de um a 21 dias e a fase de crescimento de 22 a 42 dias. Na fase inicial utilizaram-se 2112 pintinhos da marca comercial Ross, machos e duas rações basais. Na fase de crescimento utilizaram-se 1728 frangos oriundos da primeira fase e apenas uma ração basal.

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, com pé direito de 3,0 metros de altura, cobertura com telhas de cimento amianto provido de lanternim, mureta com laterais de 0,50 m, tela de ½”. Foram utilizados boxes de 1,25 x 1,80 m (2,25 m²) com piso de cimento. No piso de cada boxe foi colocada maravalha como cama (altura de 10 cm).

Durante o período experimental foi adotado programa de luz contínuo (24 horas de luz natural + artificial). Para aquecimento dos pintos, do 1º ao 15º dia, foram utilizadas lâmpadas de infravermelho de 250W/boxe, com altura regulável.

As variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, foram medidas com termômetros de máxima e mínima, termômetro de bulbo seco e úmido e termômetro de globo negro para obtenção do ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade). A temperatura do galpão foi registrada

diariamente e as leituras foram feitas às 7 horas e às 19 horas por termômetros de máxima e mínima (Tabela 1). As leituras dos termômetros das demais variáveis foram realizadas cinco vezes ao dia (7, 10, 13, 16 e 19 h) e suas médias podem ser observadas na tabela 2.

Tabela 1 - Temperatura registrada no período de um a 42 dias de idade

Período (dias)	Temperatura (°C)			
	Máxima		Mínima	
	Absoluta	Média	Absoluta	Média
1 a 7	31	30	18	20
8 a 14	32	30	18	22
15 a 21	30	29	14	18
22 a 28	28	27	19	21
29 a 35	32	30	20	21
36 a 42	32	28	21	22
Média	-	29	-	21

Tabela 2 - Média das condições ambientais registradas durante o período experimental

Período (dias)	Umidade relativa (%)	ITGU
1 a 7	67 ± 5,9	74 ± 0,9
8 a 14	71 ± 6,1	75 ± 1,0
15 a 21	61 ± 3,5	73 ± 1,7
22 a 28	64 ± 8,7	73 ± 0,8
29 a 35	79 ± 6,7	76 ± 2,0
36 a 42	83 ± 8,6	75 ± 1,7
Média	73 ± 6,6	74 ± 1,3

ITGU = $T_{gn} + 6,36 T_{po} - 330,08$; em que: T_{gn} = temperatura de globo negro (°K) e T_{po} = temperatura de ponto de orvalho (°K).

2.3. Rações experimentais

No período de um a 21 dias de idade, as aves receberam rações com 20 e 23% de PB a base de milho, farelo de soja e glúten de milho, de forma a atender recomendações nutricionais segundo ROSTAGNO et al. (2000) para a fase inicial, exceto para potássio e cloro.

No período de 22 a 42 dias de idade as aves receberam uma única ração basal com 20% de PB a base de milho, de farelo de soja e de glúten de milho, de forma a atender as exigências nutricionais segundo ROSTAGNO et al. (2000) para a fase de crescimento, exceto para potássio e cloro.

Essas rações foram formuladas de forma a conter BE de 150 mEq/kg, sendo utilizado como fonte de cloro o cloreto de amônia (Tabela 3).

Os valores de BE foram calculados utilizando a seguinte fórmula sugerida por MONGIN (1981):

$$BE = (\%Na^{+} \times 100/22,990^{*}) + (\% K^{+} \times 100/39,102^{*}) - (\%Cl^{-} \times 100/35,453^{*})$$

(* Equivalente grama do Na⁺, K⁺ ou Cl⁻, respectivamente.)

Tabela 3 - Rações basais iniciais com 20 e 23% de PB e ração basal crescimento

Ingredientes	Ração inicial 20%	Ração inicial 23%	Ração crescimento 20%	
Milho	60,870	55,913	61,785	
Farelo de soja	30,128	28,853	25,582	
Farelo de glúten de milho	–	7,941	4,100	
Óleo de soja	2,571	1,632	2,998	
Calcário	1,000	1,027	0,957	
Fosfato bicálcico	1,860	1,826	1,629	
DL – Metionina (99%)	0,285	0,130	0,163	
L – Arginina (99%)	0,097	–	0,153	
Glicina	0,296	–	–	
L – Lisina HCl (98%)	0,332	0,295	0,308	
L – Treonina (98,5%)	0,139	0,007	–	
L – Triptofano	0,012	–	0,006	
Sal comum	0,469	0,460	0,392	
Cloreto de amônia	0,122	0,134	0,129	
Cloreto colina 60%	0,100	0,100	0,100	
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	
Mistura mineral ²	0,050	0,050	0,050	
Virginamicina ³	0,050	0,050	0,050	
Anticoccidiano ⁴	0,055	0,055	0,055	
Antioxidante ⁵	0,010	0,010	0,010	
Areia lavada (inerte)	1,500	1,500	1,500	
TOTAL	100,00	100,00	100,00	
Composições Calculadas				
Energia Metabolizável	(kcal/ kg)	3.000	3.000	3.000
Proteína bruta	(%)	20,00	23,00	20,00
Cálcio	(%)	0,960	0,960	0,874
Fósforo total	(%)	0,668	0,679	0,603
Fósforo disponível	(%)	0,450	0,450	0,406
Sódio	(%)	0,225	0,222	0,192
Potássio	(%)	0,737	0,712	0,663
Cloro	(%)	0,484	0,457	0,366
Arginina total	(%)	1,324	1,321	1,250
Arginina digestível	(%)	1,260	1,260	1,178
Glicina + Serina	(%)	2,096	2,096	1,808
Metionina + Cistina total	(%)	0,890	0,901	0,817
Metionina+Cistina digestível	(%)	0,815	0,815	0,741
Lisina total	(%)	1,250	1,252	1,148
Lisina digestível	(%)	1,143	1,143	1,045
Treonina total	(%)	0,874	0,873	0,746
Treonina digestível	(%)	0,766	0,766	0,650
Triptofano total	(%)	0,245	0,243	0,746
Triptofano digestível	(%)	0,221	0,221	0,650
Balanço Eletrolítico	(mEq/kg)	150	150	150

¹ Rovimix (Roche)- Níveis de garantia por quilo do produto: Vitamina A - 10.000.000 UI; Vitamina D3 - 2.000.000 UI; Vitamina E - 30.000 UI; Vitamina B1 - 2,0g; Vitamina B6 - 4,0 g; Ac. Pantotênico - 12,0g; Biotina - 0,10g; Vitamina K3 - 3,0 g; Ácido fólico - 1,0 g; Ácido nicotínico- 50,0 g; Vitamina B12 - 15.000 mcg; Selênio - 0, 25 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g.

² Rologimix (Roche).- Níveis de garantia por quilo de produto: Manganês 16,0 g; Ferro - 100,0 g; Zinco – 100,0 g; Cobre - 20,0 g; Cobalto - 2,0 g; Iodo - 2,0 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g.

³ Stafac® – 50 %.

⁴ Coxistac® (Salinomicina) – 12 %.

⁵ Hidroxi Butil Tolueno.

2.4. Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8x2 (oito níveis de BE dentro de duas seqüências protéicas), seis repetições e 22 aves por unidade experimental na primeira fase. Na fase de crescimento, utilizou-se o mesmo delineamento experimental, mantendo-se os mesmos BE da fase inicial, pela suplementação a ração basal crescimento e 18 aves por unidade experimental. As rações basais nas fases inicial e de crescimento foram suplementadas com cloreto de amônia (NH_4Cl) ou carbonato de potássio (K_2CO_3) em substituição ao material inerte, de forma a obter 8 níveis (0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 350 mEq/kg) de BE. As aves foram distribuídas uniformemente com um dia de idade e com peso médio de 45 g.

O cloreto de amônia (NH_4Cl) foi utilizado para se obter os balanços de 0, 50, e 100 mEq/kg e o carbonato de potássio (K_2CO_3) para balanços de 200, 250, 300 e 350 mEq/kg. Os tratamentos experimentais podem ser observados na tabela 4.

Tabela 4 - Tratamentos constituídos pelas rações basais (inicial 20 e 23% de PB e ração crescimento 20% PB) suplementadas com NH₄Cl ou K₂CO₃

BE (mEq/kg)	Ração Basal (kg)	Inerte (kg)	NH ₄ Cl (kg)	K ₂ CO ₃ (kg)	Total (kg)
0	98,5	0,693	0,807	-	100
50	98,5	0,962	0,538	-	100
100	98,5	1,231	0,269	-	100
150	98,5	1,500	-	-	100
200	98,5	1,151	-	0,349	100
250	98,5	0,802	-	0,698	100
300	98,5	0,453	-	1,047	100
350	98,5	0,104	-	1,396	100

NH₄Cl – peso molecular (U.M.A.) = 53,45; pureza 99,5 %.

K₂CO₃ – peso molecular (U.M.A.) = 138,20; pureza 99,0 %.

2.5. Parâmetros avaliados

O soro sanguíneo de uma ave com peso médio de cada unidade experimental foi coletado por punção cardíaca no 21 e 42^o dia de idade. O sangue foi colocado em tubos de ensaio e centrifugado posteriormente durante cinco minutos a 1500 rpm, para a separação do soro, que foi imediatamente congelado.

Posteriormente foram feitas as análises de Ca, de P e de proteína total no soro, utilizando “kits” comerciais da *In Vitro Diagnóstica*.

2.6. Análises Estatísticas

As análises estatísticas dos resultados obtidos, foram realizadas usando o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997), onde foi feita uma análise de variância, com posterior uso de regressão polinomial para cada variável estudada, além do teste de F a 5% de probabilidade na comparação de médias dos tratamentos para cada nível protéico estudado

Por interesse do estudo, optou-se pelo desdobramento do BE dentro de cada nível protéico, independente da interação ter sido significativa.

O modelo estatístico utilizado para todos os parâmetros avaliados foi:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + P_j + N_i/P_j + E_{ijk}$$

onde: Y_{ijk} = parâmetro observado na unidade experimental k, do nível de balanço eletrolítico i, dentro do nível de proteína bruta j;

μ = média geral observada;

N_i = efeito do balanço eletrolítico i; i = 0; 50; 100; 150; 200; 250; 300; 350;

P_j = efeito do nível de proteína bruta j; j = 20 e 23%;

N_i/P_j = efeito do balanço eletrolítico i, dentro do nível de proteína bruta j;

E_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Teores de fósforo, cálcio e proteína total no soro sanguíneo aos 21 dias

Pelos resultados obtidos (Tabela 5) pode-se observar que, os diferentes níveis de BE afetaram os níveis de cálcio, fósforo e proteína total no soro sanguíneo das aves aos 21 dias de idade. Entretanto, não se observou interação do BE com nenhuma variável sanguínea avaliada.

Tabela 5 - Efeito de balanços eletrolíticos (BE) para 20 e 23% de proteína sobre a concentração de fósforo, cálcio e proteína total no sangue de frangos de corte aos 21 dias

Níveis de BE MEq/kg	Fósforo (mg/dl)		Cálcio (mg/dl)		Proteína Total (mg/dl)	
	20%	23%	20%	23%	20%	23%
00	6,95	7,54	8,14	9,35	6,25	6,38
50	7,44	7,53	9,39	8,89	6,30	6,70
100	7,15	7,37	8,38	8,20	6,45	6,16
150	6,38	7,42	7,32	8,24	6,23	6,02
200	6,69	7,23	7,56	7,76	6,20	6,08
250	6,92	6,79	7,89	7,35	6,29	6,19
300	6,72	6,93	8,33	8,00	6,39	6,21
350	7,54	6,98	9,44	8,04	6,14	6,49
Média	6,97a	7,22a	8,31a	8,23a	6,28a	6,28a
Efeito	Q*	ns	Q**	Q*	ns	Q*
CV (%)	9,38		10,91		6,70	

Q** efeito quadrático (P<0,01); Q* efeito quadrático (P<0,05); ns não significativo.

Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P<0,05).

Houve efeito quadrático (P<0,05) do teor de fósforo para os níveis de BE das aves que consumiram ração com 20% de PB. Os frangos obtiveram menores percentuais sanguíneos desse elemento químico com BE na faixa de 150 a 300 mEq/kg.

Em relação aos teores de cálcio plasmático ocorreu efeito quadrático para os tratamentos com 20% de PB (P<0,01) e 23% de PB (P<0,05). Os menores teores de cálcio encontrados no sangue corresponderam aos valores de BE entre 150 e 250 mEq/kg. O excesso desses elementos em aves com alterações do equilíbrio ácido-básico pode ser resultado de uma resposta do organismo animal que inclui ações hormonais e mecanismos respiratórios compensatórios, culminando com o ajuste renal. Segundo DAVENPORT (1972), quando o rim compensa distúrbios do equilíbrio ácido-básico, ocorre alteração na excreção de eletrólitos, modificando os padrões eletrolítico e ácido-básico do sangue.

A tabela 6 e as figuras 1 e 2 apresentam as equações de regressão e os valores de mínimos percentuais plasmáticos de cálcio e de fósforo, além do nível

ótimo de BE expresso em mEq/kg, obtidos por equações de regressão polinomiais.

O ótimo BE para o fósforo foi de 174 mEq/kg para as aves que receberam 20% de PB, atingindo teor de 6,72 mg/dl de sangue. Os melhores níveis de BE para o cálcio no sangue foram de 168 e 245 mEq/kg, atingindo teores de 6,37 e 7,71 mg/dl, para as aves que receberam rações com 20 e 23% de PB, respectivamente. Os valores médios dos níveis de fósforo no sangue (6,97 e 7,22 mg/dl) encontram-se acima dos citados por (SCOTT et al., 1982) que variaram, segundo os autores, de 3,5 a 4,5 mg/dl. Entretanto, estão de acordo com os encontrados por FREITAS (2001) na maioria de seus tratamentos estudados ao avaliar diferentes níveis protéicos (19 a 25% de PB) em pintos de corte aos 21 dias de idade.

Os valores médios obtidos para o cálcio sérico foram de 8,31 e 8,23 mg/dl. SWENSON (1996) afirma que na maioria das espécies domésticas o soro sangüíneo contém 9 a 11 mg/dl de cálcio, à exceção das galinhas poedeiras que tem seus teores séricos muito aumentados durante toda sua vida produtiva em função da postura.

Os níveis protéicos estudados não influenciaram os valores BE para nenhum dos minerais avaliados, demonstrando que apenas o excesso de cloro ou potássio influenciaram o equilíbrio ácido-básico. Os tratamentos com os menores e os maiores valores de BE apresentaram as maiores concentrações de fósforo e de cálcio no sangue que pode representar maior mobilização óssea desses minerais por ação hormonal, com a finalidade de disponibilizar mais eletrólitos no sangue para serem utilizados por mecanismos compensatórios de regulação no organismo das aves.

Tabela 6 - Equações de balanço eletrolítico para parâmetros sanguíneos de frangos de corte aos 21 dias

Parâmetro	Seqüência protéica	Equação	R ²	Mín	Balanço Eletrolítico (mEq/kg)
P	20%	$Y = 7,30 - 0,0066091^{ns} X + 0,0000189919^* X^2$	0,35	6,72	174,00
Ca	20%	$Y = 8,93 - 0,0140635^{ns} X + 0,0000419242^{**} X^2$	0,45	7,75	167,72
	23%	$Y = 9,41 - 0,0138844^{**} X + 0,0000283727^* X^2$	0,90	7,71	244,68
Ptn	23%	$Y = 6,57 - 0,0049138^{ns} X + 0,0000129919^* X^2$	0,52	6,10	189,11

Ptn = proteínas plasmáticas totais aos 21 dias.

* Efeito significativo (P<0,05); ** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

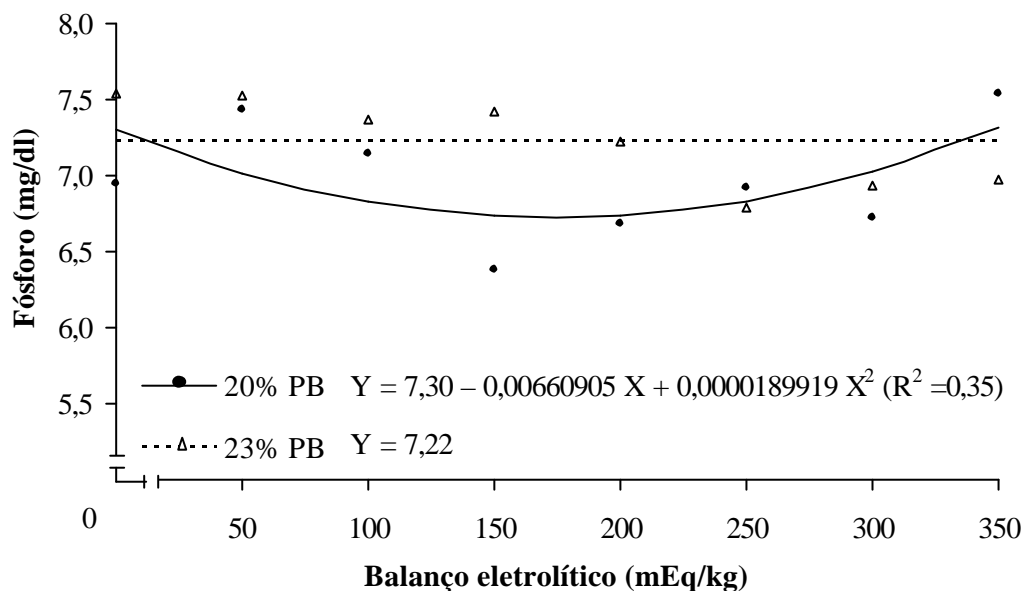


Figura 1 - Efeito de balanços eletrolíticos para 20 e 23% de proteína sobre o teor de fósforo no sangue de frangos de corte aos 21 dias.

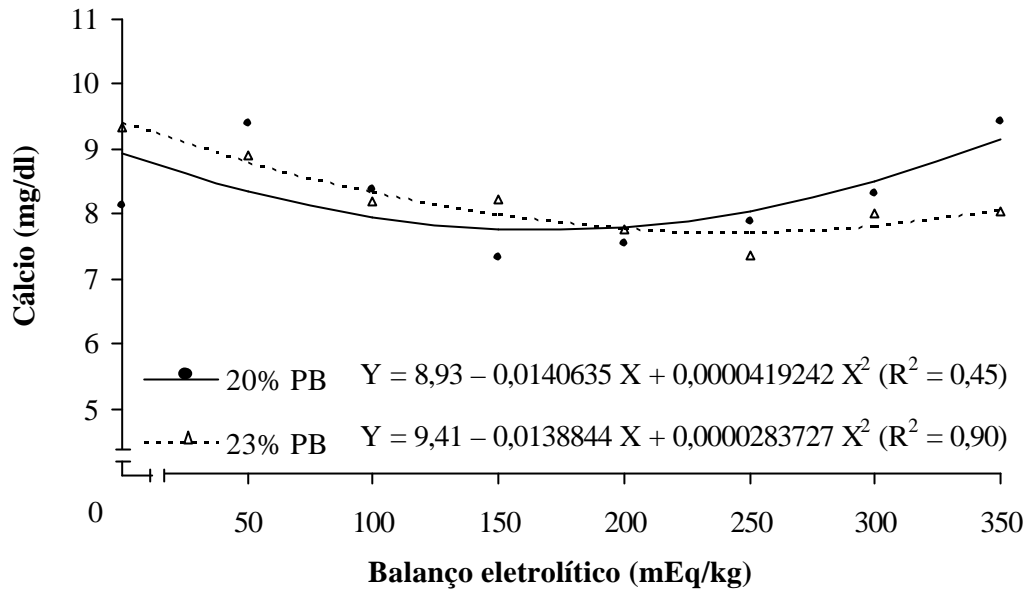


Figura 2 - Efeito de balanços eletrolíticos para 20 e 23% de proteína sobre o teor de cálcio no sangue de frangos de corte aos 21 dias.

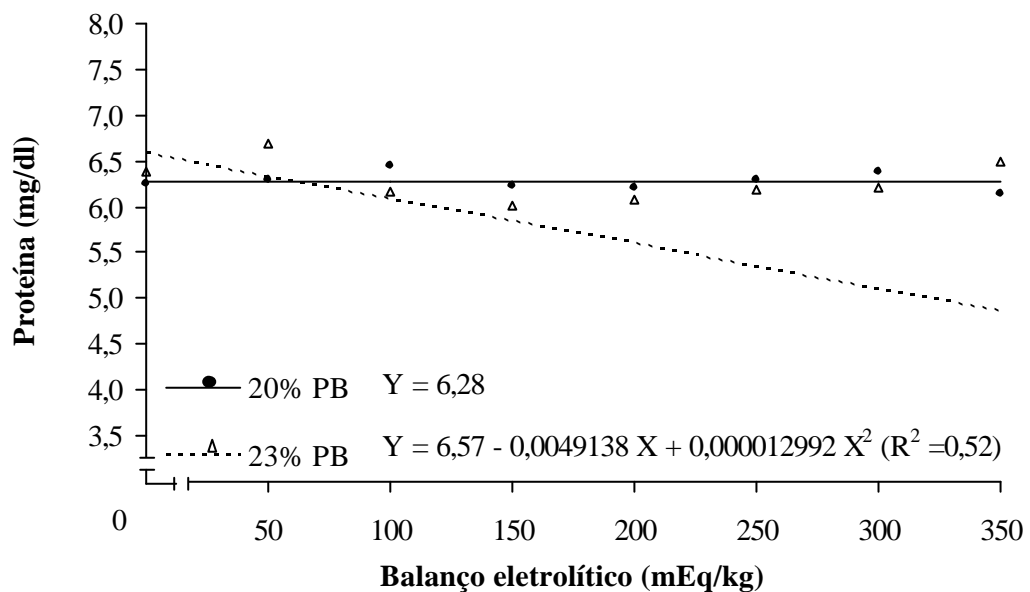


Figura 3 - Efeito de balanços eletrolíticos para 20 e 23% de proteína sobre o teor de proteínas totais no sangue de frangos de corte aos 21 dias.

Em relação às proteínas no soro sanguíneo das aves, foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$) do teor de proteína total para os valores de BE das aves que consumiram 23% de PB. As aves obtiveram menores percentuais sanguíneos com balanços na faixa de 100 a 300 mEq/kg. Isto pode ser explicado pela função exercida pelas proteínas plasmáticas de ajudar a manter a pressão coloidosmótica

do plasma. SWENSON (1996) afirma que uma hipoproteinemia freqüentemente está associada ao edema pois a pressão osmótica produzida por essas proteínas opõe-se à pressão hidrostática do sangue nos capilares e, dessa forma, evita o excesso de passagem de água para os tecidos.

A tabela 6 e a figura 3, apresentam as equações de regressão e os valores de mínimos percentuais protéicos no plasma, além do nível ótimo de BE expresso em mEq/kg, obtidos por equações de regressão polinomiais.

O ótimo BE obtido foi de 189 mEq/kg para as aves que receberam 23% de PB, atingindo um teor de 6,11 mg/dl de sangue. Os valores médios dos níveis de proteína total no sangue (6,28 mg/dl) encontram-se acima dos citados por SWENSON (1996) que é de 3,6 mg/dl. É provável, que as atuais marcas comerciais, apresentem níveis mais elevados de proteína no sangue, em função do próprio metabolismo acelerado. Segundo GUYTON (1997), se as concentrações de proteínas plasmáticas estiverem diminuídas, o fluido não é atraído de volta ao compartimento intravascular, acumulando-se nos espaços do tecido extravascular, caracterizando condição conhecida como edema.

3.2. Fósforo, cálcio e proteínas totais no soro sanguíneo aos 42 dias

Pelos resultados obtidos (Tabela 7) pode-se observar que, os BE afetaram os níveis de cálcio e proteína total no soro sanguíneo das aves aos 42 dias de idade. A exemplo do ocorrido aos 21 dias, não se observou interação do BE para nenhuma das variáveis avaliadas.

Os valores de fósforo apresentaram-se bem próximos à média que foi de 6,52 e 6,78 mg/dl para as aves que consumiram rações com 20 e 23% de PB na fase inicial, respectivamente.

Tabela 7 - Efeito de balanços eletrolíticos (BE) para as seqüências protéicas(20-23% e 23-20% de PB) sobre a concentração de fósforo, cálcio e proteína total no sangue de frangos de corte aos 42 dias

Níveis de BE MEq/kg	Fósforo (mg/dl)		Cálcio (mg/dl)		Proteína Total (mg/dl)	
	20-20%	20-23%	20-20%	20-23%	20-20%	20-23%
00	6,70	6,93	6,68	7,11	6,94	7,08
50	6,62	6,82	7,34	7,72	6,89	7,18
100	6,73	6,58	6,63	6,63	6,91	6,74
150	6,51	6,88	6,74	6,95	7,03	6,75
200	6,49	6,80	5,92	6,58	6,89	7,14
250	6,49	6,54	6,46	6,40	7,53	6,92
300	6,55	6,84	6,42	6,90	7,03	7,33
350	6,08	6,87	7,60	6,83	8,44	8,35
Média	6,52a	6,78b	6,72a	6,89a	7,21a	7,19a
Efeito	ns	ns	Q**	L*	Q*	Q**
CV (%)	7,92		9,67		10,29	

Q** efeito quadrático (P<0,01); Q* efeito quadrático (P<0,05); ns não significativo.

Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P<0,05).

Foi observado efeito linear (P<0,05) em relação aos teores de cálcio para as aves alimentadas com 23% de PB na fase inicial. Entretanto, o coeficiente de determinação foi baixo ($R^2 = 0,26$), o que invalida inferências a respeito desse efeito. Entretanto, do mesmo modo que ocorreu com os resultados obtidos aos 21 dias de idade, ocorreram efeitos quadráticos em relação aos teores de cálcio para os tratamentos com 20% de PB na fase inicial (P<0,01) e também quanto ao nível sérico de proteínas totais (P<0,05 e P<0,01 para os tratamentos com 20 e 23% de PB na fase inicial, respectivamente).

As médias dos níveis de cálcio no sangue foram menores aos 42 dias do que aos 21 dias. Pode-se supor que aos 42 dias de idade os mecanismos de reabsorção e excreção iônicas exercidos pelos rins foram mais eficientes que aos 21 dias. Em função disso, as aves na fase inicial mobilizariam mais cálcio do osso para o sangue com a finalidade de utilizá-lo com função tamponante.

A tabela 8 e as figuras 4 e 5, apresentam as equações de regressão e os valores de mínimos percentuais plasmáticos de cálcio e de proteína total, além do

nível ótimo de BE expresso em mEq/kg, obtidos por equações de regressão polinomiais.

O ótimo BE para o cálcio sanguíneo foi de 173 mEq/kg para as aves que receberam 20% de PB na fase inicial, correspondendo a um teor de cálcio de 6,37 mg/dl. Entretanto, deve-se ressaltar que o coeficiente de determinação apresentou um valor baixo ($R^2 = 0,38$).

Os ótimos BE para os teores de proteína total foram de 101 e 131 mEq/kg, correspondendo a teores protéicos de 6,75 e 6,82 mg/dl, para as aves que receberam rações com 20 e 23% de PB na fase inicial, respectivamente.

Os resultados aos 42 dias estão de acordo como os obtidos aos 21 dias, evidenciando a função exercida pelas proteínas plasmáticas de ajudar a manter a pressão coloidosmótica do plasma. Quando há distúrbio do equilíbrio ácido-básico, provocando alcalose ou acidose metabólica, há ação tamponante dessas proteínas, captando ou doando íons H^+ por meio de seus terminais carboxílicos ($COOH$ ou COO^-) na tentativa de restabelecer o pH sanguíneo normal. Provavelmente, esta seja uma das razões de encontrarmos teores de proteína mais elevados para os tratamentos com valores altos e baixos de BE. Os maiores percentuais protéicos foram obtidos com BE de 350 mEq/kg.

Tabela 8 - Equações de balanço eletrolítico para parâmetros sanguíneos de frangos de corte aos 42 dias

Parâmetro	Seqüência protéica	Equação	R^2	Mín	Balanço Eletrolítico (mEq/kg)
Ca	20-20%	$Y = 7,17 - 0,00923383^{ns}X + 0,000026742^{**}X^2$	0,38	6,37	172,65
	23-20%	$Y = 7,19 - 0,00168889 X$			
Ptn	20-20%	$Y = 7,03 - 0,00418902^{**}X + 0,0000207498^*X^2$	0,70	6,82	100,94
	23-20%	$Y = 7,25 - 0,00749593^{**}X + 0,000028651^{**}X^2$			

Ptn = proteínas plasmáticas totais aos 42 dias.

** Efeito significativo ($P < 0,01$); * efeito significativo ($P < 0,05$); ^{ns} não significativo.

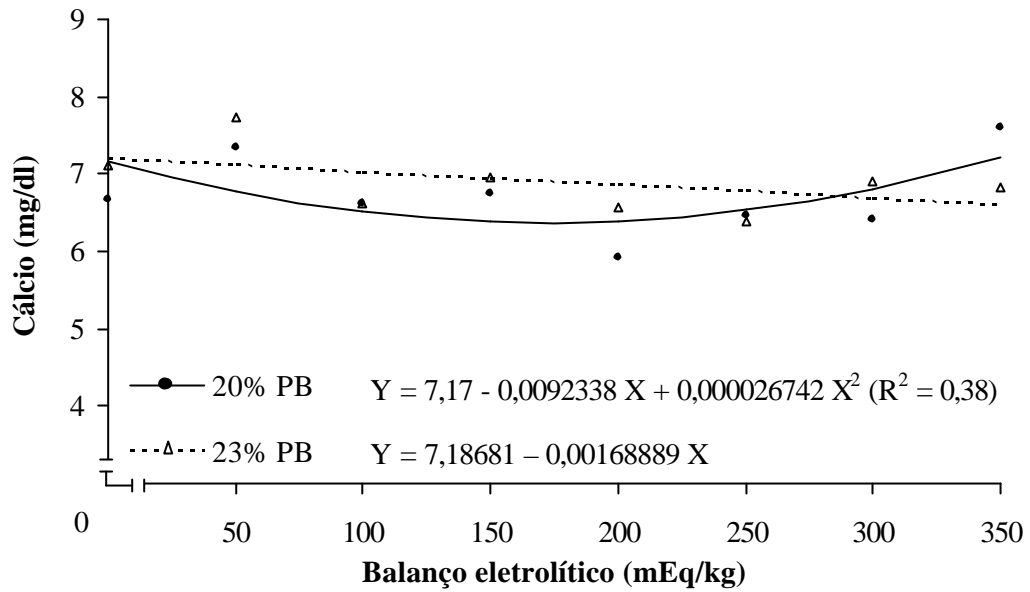


Figura 4 - Efeito de balanços eletrolíticos para as seqüências proteicas (20-20% e 23-20% de PB) sobre o teor de cálcio no sangue de frangos de corte aos 42 dias.

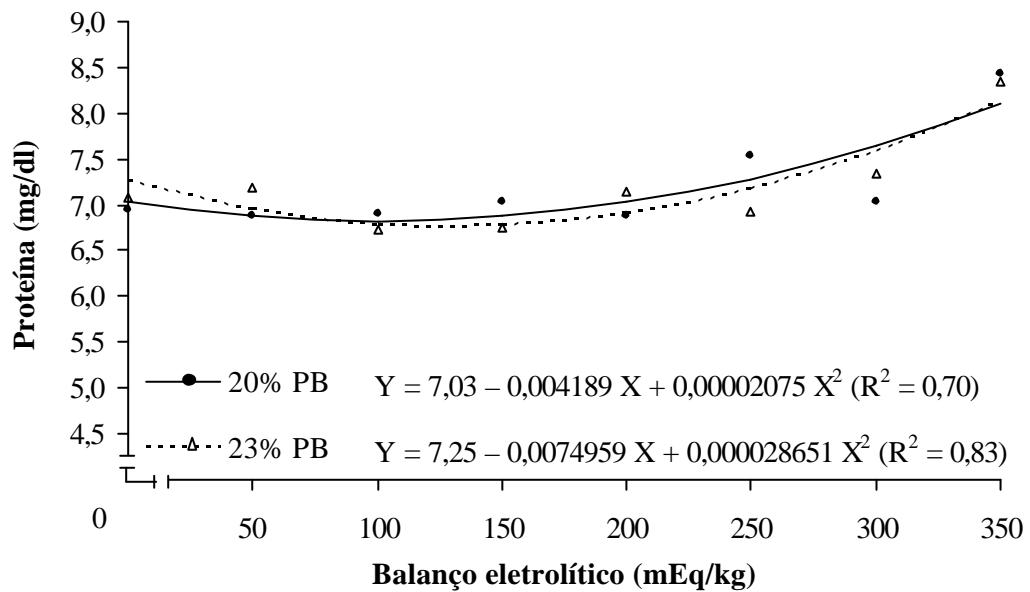


Figura 5 - Efeito de balanços eletrolíticos para as seqüências proteicas (20-20% e 23-20% de PB) sobre o teor de proteína no sangue de frangos de corte aos 42 dias.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O período experimental compreendeu a fase inicial de um a 21 dias e a fase de crescimento de 22 a 42 dias. Na fase inicial utilizaram-se 2112 pintinhos da marca comercial ROSS, machos e duas rações basais (20 e 23% de PB). Na fase de crescimento utilizaram-se 1728 frangos oriundos da primeira fase e apenas uma ração basal (20% de PB). Avaliaram-se os teores de fósforo, de cálcio e de proteína total no soro sanguíneo das aves com o objetivo de determinar o melhor valor de BE aos 21 e 42 dias de idade. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8x2 (oito níveis de BE dentro de dois níveis de PB), seis repetições e 22 aves por unidade experimental na primeira fase. Na fase de crescimento, utilizou-se o mesmo delineamento experimental, mantendo-se os mesmos BE da fase inicial e 18 aves por unidade experimental. As rações basais foram suplementadas com cloreto de amônia (NH_4Cl) ou carbonato de potássio (K_2CO_3), de forma a obter 8 níveis (0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 350 mEq/kg) de BE. As variáveis avaliadas aos 21 e 42 dias foram: fósforo (mg/dl), cálcio (mg/dl) e proteína total (mg/dl) no sangue das aves. Os ótimos BE estimados para essas variáveis aos 21 dias variaram de 168 a 245 mEq/kg. Os melhores valores de BE estimados aos 42 dias variaram de 101 a 131 mEq/kg.

Entretanto, respeitando as respostas biológicas obtidas pelas aves para os parâmetros sanguíneos aos 21 e aos 42 dias de idade, pode-se recomendar valores de BE na faixa de 168 a 189 mEq/kg para todos os parâmetros sanguíneos avaliados.

3. CONCLUSÕES GERAIS

Os melhores valores de BE obtidos aos 21 dias foram de 166 e 170 mEq/kg considerando o ganho de peso das aves, de 203 e 132 mEq/kg considerando os teores de minerais no tibiotarso e de 168 e 245 mEq/kg considerando o teor de cálcio no sangue, respectivamente para aves alimentadas com ração contendo 20 e 23% de PB. Para essa fase ainda foi verificado que o melhor valor de BE para os teores de fósforo e de proteínas no sangue foram de 174 e 189 mEq/kg. Os melhores valores de BE obtidos aos 42 dias foram de 179 e 185 mEq/kg considerando o ganho de peso das aves, de 161 e 177 mEq/kg considerando rendimento de carcaça, de 138 e 147 considerando a umidade de “cama” e de 101 e 131 mEq/kg considerando o teor de proteína total no sangue das aves. Para essa fase ainda foi verificado que o melhor valor de BE para os teores de cálcio plasmático, de cinzas no tibiotarso e de proteínas no sangue foram de 173 e de 186 mEq/kg. Com base nesses resultados, recomenda-se que as rações formuladas para frangos de corte nas fases inicial e crescimento possuam um BE na faixa de 160 a 200 mEq/kg.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEKUNMISI, A.A.; ROBBINS, K.R. Effects of dietary crude protein, electrolyte balance e photoperiod on growth of broiler chickens. **Poultry Science**, v.66, p.299-305, 1986.
- ALBINO, L.F.T.; NASCIMENTO, A.H.; VALERIO, S.R. Efeito da temperatura ambiente sobre a composição da carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2000.
- ALBUQUERQUE, T.T.O. **Estudo do Desenvolvimento de Tibiotarsos e Fêmures de Aves de Corte**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1988. 50p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- ANDERSON, J.J.B.; TOVERUD, S.U. Diet and vitamin D: a review an emphasis on human function. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.5, p.58-65, 1994.
- AUSTIC, R.E.; CALVERT, C.C. Nutritional interrelationships of electrolytes and amino acids. **Federation Proceedings**, v.40, p.63, 1981.
- BAZIZ, H.A.; GERAERT, P.A.; GUILLAUMIN, S. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, v.75, p.505-513, 1996.
- BEANE, W.L.; CHERRY, J.A.; WEAVERW Jr., W.D. Intermittent light and restricted feeding broiler chickens. **Poultry Science**, v.58, p.567-571, 1979.

- BLOCK, E. Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.21-48.
- BRAGA, J.P.; BAIÃO, N.C. O conceito de proteína ideal na formulação de ração para frangos de corte. **Cadernos técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n.34, p.29-37, 2001.
- BRONNER, F. Current Concepts of Calcium Absorption: An Overview. **Journal Nutrition**, v.122, p.641-643, 1992.
- BRONNER, F. Intestinal Calcium Absorption: Mechanisms and Applications. **Journal Nutrition**, v.117, p.1347-1352, 1987.
- BRUGALLI, I.; SILVA, D.J.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência de fósforo disponível e efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo da farinha de carne e ossos para pintos de corte. **Revista brasileira de zootecnia**, v.28, n.6, p.1288-1296, 1999.
- BUDDE, R.A.; CRENSHAW, T.D. Chronic metabolic acid load induced by changes in dietary electrolyte balance increased chloride retention but did not compromise bone in growing swine. **Journal Animal Science**, v.81, p.197-208, 2003.
- CARSIA, R.V.; HARVEY, S. **Surkie's avian physiology**. 5.ed. San Diego: Academic Press, 2000. 501p
- CASADO, E.S.; VIRSEDA, T.A. Influencia e los minerales y otros nutrientes sobre la humedad de las deyecciones de los broilers, In: SIMPOSIUM DE LA SECCIÓN ESPAÑOLA DE LA WPSA, 21., 1983, Barcelona. **Anais...** Barcelona, 1983.
- COLNAGO, G.L. Fatores que influenciam as exigências nutricionais de aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Resumos...** Viçosa, 1996. p.345-360.
- CRENSHAW, T.D.; PEO, E.R.; LEWIS, A.J. et al. Bone strength as a trait for assessing mineralization in swine: a critical review of techniques involved. **Journal Animal Science**, v.53, n.3, p.827-835, 1981.
- DARI, R.L. Eletrólitos para aves. **Boletim técnico para funcionários e clientes da Nutron Alimentos**: Ave news, out. 2002. 8p.
- DAVENPORT, H.W. **ABC do equilíbrio ácido-básico do sangue**. 2.ed. São Paulo: Edart, 1972. 84p.

- DAY, E.J. **Interaction of coccidiostats with nutrients**. San Diego: Academic Press, 1986. 32p.
- DERSJANT-LI, Y.; VERSTEGEN, M.W.A.; JANSMAN, A. et al. Changes in oxygen content and acid-base balance in arterial and portal blood in response to the dietary electrolyte balance in pigs during a 9-h period after a meal. **Journal Animal Science**, v.80, p.1233-1239, 2002.
- EDWARDS Jr., H.M. Nutritional factors and leg disorders. In: WHITEHEAD, C.C. (Ed.) **Bone biology and skeletal disorders in poultry**. Abingdon: Carfax Publishing Co., 1992. p.167-193.
- FREITAS, H.T. **Efeitos de composição das dietas com diferentes níveis de proteínas e de nutrientes sobre o desempenho e as características ósseas de pintos de corte**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 144p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- GARDINER, E.E.; TOGLER, J.C.; PARKER, H.E. Interrelationships between magnesium and fluoride in chicks. **Journal Nutrition**, v.75, p.270-274, 1961.
- GETTY, R.; SISSON, G. **Anatomia dos animais domésticos**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. v.1, 1134p.
- GOMEZ PIQUER, J. **Manual práctico de análisis clínicos em veterinaria**. Zaragoza: Mira Editores, 1992, p.315-357.
- GONZÁLES, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 1999. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/favet/bioquimica/graduação/livro-texto.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2002.
- GRANNER, K.D. Hormônios da córtex da adrenal. In: HARPER, J.C. (Ed.) **Bioquímica**. 8.ed. São Paulo: Atheneu, 1998. p.707-709.
- GUYTON, A.C. **Tratado de fisiologia médica**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 1014p.
- HALLEY, J.T.; NELSON, T.S.; KIRBY, L.K. et al. Effect of altering dietary mineral balance on growth, leg abnormalities, and blood base excess in broiler chicks. **Poultry Science**, v.66, p.1684-1692, 1987.
- HANNAFORD, M.C.; GOLDSTEIN, R.G.; HALPERIN, M.L. Role of acidosis in the protein wasting of fasting in the rat and the rabbit. **Canadian Journal Physiology**, v.253, p.595, 1982.
- HEANEY, R.P. Excess dietary protein may not adversely affect bone. **Issues and Opinion in Nutrition**, v.128, p.1054-1057, 1998.
- HOOGE, D.M. Eletrolite balance in turkeys, layers examined. **Feedstuffs**, p.17-19, 1998.

- HOOGE, D.M.; CUMMINGS, K.R. Metabolic functions of potassium in animals explored. **Feedstuffs**, v.67, n.36, p.14-17, 1995.
- HULAN, H.W.; SIMONS, P.C.M.; VAN SCHAGEN, P.J.W. Effect of altering the cation-anion balance and calcium content on general performance and incidence of leg abnormalities of broiler chickens. **Journal Animal Science**, v.67, p.165-177, 1987.
- HURWITZ, S.; FISHMAN, S.; TALPAZ, H. Calcium Dynamics: A Model System Approach. **Journal Nutrition**, v.117, p.791-796, 1987.
- JOHNSON, R.J.; KARUNAJEEWA, H. The effects of dietary minerals and electrolytes on the growth and physiology of the young chick. **Journal Nutrition**, v.115, p.1680-1690, 1985.
- KARUNAJEEWA, H.; BARR, D.A. Influence of dietary electrolyte balance, source of added potassium and anticoccidial agents on the performance of male broilers. **British Poultry Science**, v.29, p.137-147, 1988.
- KARUNAJEEWA, H.; BARR, D.A.; FOX, M. Effect of dietary phosphorus concentration and electrolyte balance on the growth performance of broiler chickens. **British Poultry Science**, v.27, p.601-612, 1986.
- KIDD, M.T. Nutrição em ambientes quentes. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA: NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2001, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu, 2001. p.55-61.
- LARBIER, M.; LECLERCQ, B. Metabolism of water and minerals. **Nutrition and feeding of poultry**. Leicestershire: Nottingham University Press, 1992. 305p.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Scott's Nutrition of the Chicken**. 4.ed. Ontario: University Books, 2001. 591p.
- LIMA, I.L. **Disponibilidade de fósforo e de flúor de alguns alimentos e exigência nutricional de fósforo para frangos de corte**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 121p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- LÓPEZ, B.R.; AUSTIC, R.E. The effect of selected minerals on the acid-base balance of growing chicks. **Poultry Science**, v.72, p.1054-1062, 1993.
- LOWRY, M.D.E.; HALL, M.S.; BROSNAN, J.T. Renal metabolism of amino acids in vivo: studies on serine and glycine fluxes. **Animal Journal Physiology**, v.252. p.304, 1987.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALEZ, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994.

- MAIORKA, A.; MAGRO, N.; BARTEL, A.H. 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, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLY, J.K.; HINTZ, H.F. et al. **Nutrição animal**. 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.
- McDOWELL, L.R. **Calcium and phosphorus - minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press, 1992. p.26-77.
- McLEOD, J.A. Nutritional factors influencing carcass fat in broilers-Review. **World's Poultry Science Journal**, v.38, p.194-200, 1982.
- MESCHY, F. Balance eletrolítico y productividad en animales monogástricos. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN AVANCES EM NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL, 14., 1999. **Resumos...** FEDNA, 1999. p.1-13.
- MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance in poultry. In: COLE, D.J.A.; HARESIGN, W. (Ed.) **Recent Developments in poultry nutrition**. Monnaie: Nouzilly, 1989. p.94-104.
- MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **Proceedure Nutrition Society**., v.40, p.285-294, 1981.
- MONGIN, P.; SAUVEUR, B. Interrelationships between mineral nutrition, acid-base, growth and cartilage abnormalities. **Proceedings Poultry Science**. Edinburg, n.12, p.235-247, 1977.
- MOORE, K.L.; PERSAND, T.V.N.; PATH, F.R.C. **Embriologia Básica**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. 291p.
- MURAKAMI, A.E. Balanço eletrolítico da dieta e sua influência sobre o desenvolvimento dos ossos de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Palestras...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2000. p.33-61.
- MURAKAMI, A.E.; RONDÓN, E.O.O.; FURLAN, A.C. et al. Sodium and chloride nutritional requirements for growing broiler chickens (22 to 42 days of age). In: POULTRY SCIENCE ASSOCIATION, 88., 1999, Arkansas. **Annual meeting...** Arkansas: Poultry Science Association, 1999. p.63-64.
- NARVÁEZ, W.V.; ROSTAGNO, H.S.; SOARES, P.R. et al. Níveis de cálcio para poedeiras comerciais leves de 46 a 62 semanas de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.27.

- NELSON, D.L.; COX, M.M. Biological membranes and transport. In: NELSON, D.L.; COX, M.M. (Ed.) **Lehninger principais of biochemistry**. 3.ed. New York: Worth Publishers, 2000. p.389-436.
- NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155p.
- O'DELL, B.L.; SAVAGE, J.E. Arginine-Lysine antagonism in the chick and its relationship to dietary cations. **Journal Nutrition**, v.90, p.364, 1966.
- OLIVEIRA, J.E. **Exigência nutricional de potássio para frangos de corte**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- OWEN, P.E.; WIDEMAN Jr., R.F.; LEACH, R.M. et al. Effect of age of exposure and dietary acidification or alkalinization on broiler pulmonary hypertension syndrome. **Journal Applied Poultry Research**, v.3, p.244-252, 1994.
- PALO, P.E.; SELL, J.L. et al. Effects of early nutrient restriction on select characteristics of the gastrointestinal tract and performance of broiler chickens. **Poultry Science**, v.71, p.112, 1992.
- PATIENCE, J.F. A review of the role acid-base balance in amino acid nutrition. **Journal Animal Science**, v.68, p.398-408, 1990.
- PESTI, G.M. Proteína (aminoácidos) para frangos de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Proceedings...** Campinas, 1999. p.111-117.
- PIERSON, F.W.; HESTER, P.Y. Factors influencing leg abnormalities in poultry: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.38, p.5-18, 1982.
- RAND, M.L.; HARFENIST, E.J.; MURRAY, R.K. Proteínas plasmáticas, imunoglobulinas e coagulação sangüínea In: HARPER, J.C. (Ed.) **Bioquímica**. 8.ed. São Paulo: Atheneu, 1998. p.707-732.
- RIDDELL, C. Non infectious skeletal disorders of poultry: An overview. In: WHITEHEAD, C.C. (Ed.) **Bone biology and skeletal disorders in poultry**. Abingdon: Carfax Publishing Co., 1992. p.119-146.
- RINEHART, K.E.; FEATHERSTON, W.R.; ROGLER, J.C. Effects of a dietary potassium deficiency on protein synthesis in the young chick. **Journal of Nutrition**, v.95, n.4, p.627-632, 1968.
- RINEHART, K.E.; FEATHERSTON, W.R.; ROGLER, J.C. Influence of dietary potassium on chick growth, food consumption and blood and tissue composition. **Poultry Science**, v.48, p.320-325, 1969.

- RONDÓN, E.O.O.; MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. et al. Exigências nutricionais de sódio e cloro para frangos de corte na fase inicial (1 - 21 dias de idade). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000b. p.578.
- RONDÓN, E.O.O.; MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. et al. Exigências nutricionais de sódio e cloro e estimativa do melhor balanço eletrolítico da ração para frangos de corte na fase pré-inicial (1 - 7 dias de idade). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1162-1166, 2000a.
- RONDÓN, E.O.O.; MURAKAMI, A.E.; MARTINS, E.N. et al. Sodium and chloride nutritional requirements for young broiler chickens (1 to 21 days of age). In: POULTRY SCIENCE ASSOCIATION, 88., 1999, Arkansas. **Annual meeting...** Arkansas: Poultry Science Association, 1999. p.63.
- ROSA, P.S.; FONSECA, J.B.; HOSTAGNO, H.S. et al. Desempenho e qualidade de carcaça de frangos submetidos a diferentes programas de restrição alimentar. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994. p.15-16.
- ROSS, M.H.; ROWRELL, L.J. **Histologia – texto e atlas**. 2.ed. São Paulo: Média Panamericana, 1993. 779p.
- ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Horácio Santiago Rostagno, 2000. 141p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; NASCIMENTO, A.D. et al. Digestibilidade de aminoácidos. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA: NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2001, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu, 2001. p.41-54.
- ROSTAGNO, H.S.; BARBARINO Jr., P.; BARBOZA, W.A. Exigências nutricionais de aves determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Resumos...** Viçosa, 1996. p.361-388.
- RUÍZ-LÓPEZ, B.; AUSTIC, R.E. The effect of selected minerals on the acid-base balance of growing chicks. **Poultry Science**, v.72, p.1054-1062, 1993.
- SAUVEUR, B. Dietary factors as causes of leg abnormalities in poultry – A Review. **World's Poultry Science Journal**, v.40, p.195-206, 1984.

- SAUVEUR, B.; MONGIN, P. Tibial dyschondroplasia, a cartilage abnormality in poultry. **Annales de Biologie Animale Biochime Biophysique**, v.18, p.87-92, 1978.
- SCHEIDELER, S.; BAUGHMAN, G.R. Computerized early feed restriction programs for various strains of broilers. **Poultry Science**, v.72, p.236-242, 1993.
- SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C.; YOUNG, R.J. **Essential inorganic elements - nutrition of the chicken**. 3.ed. New York: M.L Scott Associates, 1982, p.287-304.
- SCOTT, R.L.; AUSTIC, R.E. Influence of dietary potassium on lysine metabolism in the chick. **Journal Nutrition**, v.108, p.137, 1978.
- SILVA, D.J. **Análises de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1990. 165p.
- SILVA, F.A. **Efeitos dos níveis do ácido L-glutâmico e da vitamina D₃ no desempenho e anomalias ósseas de pintos de corte**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 147p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- SIZEMORE, F.G.; BARBATO, G.F. Effect of feed restriction at different ages in chickens selected for high 14 or 42 day exponential growth rate. **Poultry Science**, v.71, 1992.
- SMITH, E.L.; HILL, R.L.; LEHMAN, I.R. et al. **Bioquímica: mamíferos**. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988, 620p.
- STEVENS, A.; LOWE, J. **Histologia**. São Paulo, 1995. 378p.
- STITES, D.P.; TERR, A.I. **Imunologia Básica**. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1991.
- SUMMERS, J.D.; SHEN, H.; LESSON, S. et al. Influence of vitamin deficiency and level of dietary protein on the incidence of leg problems in broiler chicks. **Poultry Science**, v.63, p.1115-1121, 1984.
- SWENSON, M.J. **DUKES - Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1996. 856p.
- TARDIN, A.C. Visão nutricional dos problemas locomotores em frangos de Corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Campinas. **Palestras...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1995. p.71-83.
- TEETER, R.G. Balancing the electrolyte equation. **Feed Mix**, v.5, n.3, p.22-26, 1997b.

- TEETER, R.G. The electrolyte: acid-base connection. **Feed mix**, v.5, n.4, p.32-34, 1997a.
- TEETER, R.G.; BELAY, T. Broiler management during acute heat stress. **Animal Feed Science Technology**. v.58, p.127-142, 1996.
- URSY, J.; BOYD, R.D. Realidade da nutrição nos EUA: Sistema de energia modificada, proporção entre lisina e energia e dietas com altos teores de energia para suínos em crescimento relacionados ao desempenho animal, produção de carne e custos de produção. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA: NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2001. p.103-133.
- UZU, G. Limit of reduction of the protein level in broiler feeds. **Poultry Science**, v.65, p.717-723, 1995.
- VARGAS Jr., J.G. **Desempenho de frangos de corte submetidos a diferentes programas de restrição alimentar**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 80p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- VARGAS Jr., J.G. **Exigências de Cálcio e de Fósforo Disponível para Aves de Reposição Leves e Semipesadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- VELTMAN, J.; JENSEN, L. Dietary studies on incidence of tibial dyscondroplasia in broiler chicks. **Poultry Science**, v.58, p.1026-1027, 1979.
- WALSER, M. Roles of urea production, ammonium excretion, and amino acid oxidation in acid-base balance. **Animal Journal Physiology**, v.250, p.181, 1986.
- YOSELEVITZ, I.; BALNAVE, D. The influence of saline drinking water on the activity of carbonic anhydrase in the shell gland of laying hens. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.40, p.1111, 1989.
- ZOOLLITSCH, W.; ZHIQIANG, C.; PEGURI, A. et al. Nutrient requirements of laying hens. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Resumos...** Viçosa, 1996. p.109-159.

APÊNDICE

Quadro 1A - Análise de variância do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA), de pintos de corte de 7 dias de idade consumindo rações com 20 e 23% de PB submetidos a diferentes balanços eletrolíticos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		C R	G P	C A
Proteína Bruta (PB)	1	817,4569 **	0,001377726 ns	0,07205557 **
20% PB (trat.)	7	130,4331 *	122,3129 **	0,01682425 *
Linear	1	11,79233 ns	250,1846 **	0,02394911 ***
Quadrática	1	494,4943 **	295,8482 **	0,000036361 ns
Cúbica	1	40,70087 ns	30,25310 ns	0,01475650 ns
Quartica	1	3,112971 ns	164,3806 **	0,01514115 ns
23% PB (trat.)	7	136,8439 *	50,13211 *	0,01853586 **
Linear	1	3,377985 ns	95,50472 *	0,01698612 ns
Quadrática	1	55,35638 ns	157,4340 *	0,005601026 ns
Cúbica	1	68,42301 ns	75,49879 ***	0,03375868 *
Quartica	1	222,3522 *	1,630772 ns	0,02400175 ***
Resíduo	80	54,81189	23,22173	0,006551564
C. V. (%)	---	5,696	4,497	6,659

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

Quadro 2A -Análise de variância do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA), de pintos de corte de 14 dias de idade consumindo rações com 20 e 23% de PB submetidos a diferentes balanços eletrolíticos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		C R	G P	C A
Proteína Bruta (PB)	1	2024,744 **	11,98577 ns	0,01246420 *
20% PB (trat.)	7	1396,550 **	1109,212 **	0,001715808 ns
Linear	1	0,1775752 ns	231,2271 ns	0,003566709 ns
Quadrática	1	7873,191 **	6605,612 **	0,004097872 ns
Cúbica	1	171,5000 ns	16,46259 ns	0,000615766 ns
Quartica	1	794,3811 ***	238,0576 ns	0,000642666 ns
23% PB (trat.)	7	750,4240 **	640,1329 **	0,006194708 **
Linear	1	644,6827 ***	30,42571 ns	0,008982863 *
Quadrática	1	3217,544 **	3238,338 **	0,003492122 ns
Cúbica	1	415,4921 ns	71,63651 ns	0,00841281 ***
Quartica	1	140,6540 ns	626,2540 ***	0,01551132 **
Resíduo	80	221,6092	180,0007	0,002142582
C. V. (%)	---	3,077	3,743	3,426

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

Quadro 3A - Análise de variância do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA), de pintos de corte de 21 dias de idade consumindo rações com 20 e 23% de PB submetidos a diferentes balanços eletrolíticos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		C R	G P	C A
Proteína Bruta (PB)	1	4128,776 *	2701,812 ***	0,000153280 ns
20% PB (trat.)	7	10257,96 **	7061,344 **	0,003930100 *
Linear	1	2405,762 ***	1334,980 ns	0,01939664 **
Quadrática	1	54321,96 **	40183,79 **	0,005612844 ***
Cúbica	1	1239,400 ns	651,5547 ns	0,000005484 ns
Quartica	1	2369,382 ***	551,3015 ns	0,000357510 ns
23% PB (trat.)	7	4006,057 **	3335,469 **	0,004439243 *
Linear	1	3476,921*	28,38286 ns	0,005294946 ***
Quadrática	1	23420,45 **	18744,59 **	0,003824116 ns
Cúbica	1	326,8714 ns	1078,762 ns	0,007964901 *
Quartica	1	47,64404 ns	1020,171 ns	0,004923219 ***
Resíduo	80	634,4305	715,2165	0,001564444
C. V. (%)	---	2,284	3,478	2,756

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

Quadro 4A - Análise de variância do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA), de pintos de corte de 01 a 42 dias de idade consumindo rações com 20 e 23% de PB na fase inicial submetidos a diferentes balanços eletrolíticos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		C R	G P	C A
Proteína Bruta (PB)	1	40686,24 ns	12499,69***	0,00002332788 ns
20% PB (trat.)	7	218275,60**	55484,42**	0,006599271**
Linear	1	159010,30**	2766,81 ns	0,01622365**
Quadrática	1	1201228,00**	352626,10**	0,00003180433 ns
Cúbica	1	14655,01 ns	8125,47 ns	0,001453055**
Quartica	1	49413,89***	1125,43 ns	0,01275387*
23% PB (trat.)	7	127947,50**	6093,69 ns	0,003183335 ns
Linear	1	91492,20*	15425,86***	0,001220657 ns
Quadrática	1	756389,10**	371754,20**	0,01254036*
Cúbica	1	3115,43 ns	2620,32 ns	0,003665555 ns
Quartica	1	562,13 ns	4089,29 ns	0,003836554 ns
Resíduo	80	15757,45	4493,51	0,002110825
C. V. (%)	---	3,70	2,68	2,47

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

Quadro 5A - Análise de variância dos pesos absolutos da carcaça e das pernas de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com rações com 20 e 23% de PB na fase inicial submetidos a diferentes balanços eletrolíticos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio	
		Carcaça	Pernas
Proteína Bruta (PB)	1	343,0224 ns	694,5208 ns
20% PB (trat.)	7	80223,32 **	6925,793 **
Linear	1	35594,71 ns	2355,125 ns
Quadrática	1	432233,8 **	34399,02 **
Cúbica	1	242,1288 ns	123,7330 ns
Quartica	1	556,5154 ns	82,48620 ns
23% PB (trat.)	7	39064,11 **	4281,082 **
Linear	1	589,4871 ns	184,9907 ns
Quadrática	1	225816,0 **	27063,04 **
Cúbica	1	580,0016 ns	137,2795 ns
Quartica	1	21,89748 ns	407,6836 ns
Resíduo	80	13162,55	1331,013
C. V. (%)	---	6,232	6,484

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

Quadro 6A - Análise de variância dos pesos absolutos do filé de peito e do peito com osso de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com rações com 20 e 23% de PB na fase inicial submetidos a diferentes balanços eletrolíticos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio	
		File	Peito
Proteína Bruta (PB)	1	340,7095 ns	163,8664 ns
20% PB (trat.)	7	6902,298 **	9360,643 **
Linear	1	1993,394 ns	6384,137 ***
Quadrática	1	38841,46 **	50349,79 **
Cúbica	1	719,6835 ns	49,07128 ns
Quartica	1	1010,548 ns	40,26926 ns
23% PB (trat.)	7	1926,924 ns	3673,015 ***
Linear	1	4,471373 ns	1,453382 ns
Quadrática	1	8551,524 *	20812,51 **
Cúbica	1	300,3220 ns	52,04302 ns
Quartica	1	95,08075 ns	61,02971 ns
Resíduo	80	1257,305	1775,337
C. V. (%)	---	7,792	6,854

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

Quadro 7A - Análise de variância dos rendimentos de carcaça e das pernas de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com rações com 20 e 23% de PB na fase inicial submetidos a diferentes balanços eletrolíticos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio	
		R Carc (%)	R Pernas (%)
Proteína Bruta (PB)	1	13,08371 ns	2,903849 *
20% PB (trat.)	7	26,52945 ns	0,3806876 ns
Linear	1	54,77384 ***	0,2819932 ns
Quadrática	1	54,99255 ***	0,6951191 ns
Cúbica	1	0,2211513 ns	0,8279603 ns
Quartica	1	1,074308 ns	0,004295800 ns
23% PB (trat.)	7	10,51257 ns	0,8675303 ns
Linear	1	15,14166 ns	0,1336471 ns
Quadrática	1	1,612882 ns	0,9456753 ns
Cúbica	1	5,242433 ns	0,07008239 ns
Quartica	1	0,1322534 ns	1,396386 ns
Resíduo	80	16,12905	0,5694488
C. V. (%)	---	5,534	2,469

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

Quadro 8A - Análise de variância dos rendimentos de filé de peito e peito com osso de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com rações com 20 e 23% de PB na fase inicial submetidos a diferentes balanços eletrolíticos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio	
		R File (%)	R Peito (%)
Proteína Bruta (PB)	1	0,4161226 ns	0,07665851 ns
20% PB (trat.)	7	1,458026 ns	0,2302562 ns
Linear	1	0,05199365 ns	0,9357066 ns
Quadrática	1	4,024269 ***	0,08834852 ns
Cúbica	1	2,940440 ns	0,3368871 ns
Quartica	1	2,211835 ns	0,006618340 ns
23% PB (trat.)	7	0,5720461 ns	0,2261622 ns
Linear	1	0,03773574 ns	0,1769093 ns
Quadrática	1	1,734825 ns	0,5548791 ns
Cúbica	1	0,4281333 ns	0,01029035 ns
Quartica	1	0,2010455 ns	0,1035178 ns
Resíduo	80	1,124882	0,6276543
C. V. (%)	---	4,292	2,373

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

Quadro 9A - Análise de variância da umidade de cama aos 42 dias e da resistência óssea de frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade alimentados com rações com 20 e 23% de PB submetidos a diferentes balanços eletrolíticos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		RO 21	RO 42	CAMA
Proteína Bruta (PB)	1	17,36492 ns	1,020426 ns	2,953724 ns
20% PB (trat.)	7	5,778243 ns	13,76397 ns	327,5284 **
Linear	1	0,06743014 ns	0,3081991 ns	769,8743 **
Quadrática	1	17,94125 ns	15,70683 ns	1419,282 **
Cúbica	1	1,125825 ns	31,58802 ns	1,008060 ns
Quartica	1	5,113009 ns	0,5103648 ns	93,14915 **
23% PB (trat.)	7	16,19354 ns	42,34429 ns	241,8879 **
Linear	1	1,867993 ns	26,60371 ns	369,5467 **
Quadrática	1	9,180171 ns	4,988597 ns	1223,670 **
Cúbica	1	0,1877022 ns	160,0815 *	55,46558 *
Quartica	1	6,565624 ns	3,206971 ns	22,63949 ns
Resíduo	80	9,394237	26,16532	8,498507
C. V. (%)	---	13,288	17,072	4,342

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

Quadro 10A - Análise de variância de cinza, cálcio e fósforo no tibiotarso de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com rações com 20 e 23% de PB submetidos a diferentes balanços eletrolíticos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		Cinza	Ca	P
Proteína Bruta (PB)	1	3,077430 ns	3,625022 ns	0,01535699 ns
20% PB (trat.)	7	3,304096 ns	3,254300 ns	1,214100 ns
Linear	1	16,33783 ns	1,535377 ns	0,3469505 ns
Quadrática	1	1,648480 ns	4,591283 ns	4,089012 ns
Cúbica	1	0,02358413 ns	1,880098 ns	0,3564238 ns
Quartica	1	4,262912 ns	7,741906 ns	0,4874083 ns
23% PB (trat.)	7	3,055115 ns	10,31331 **	1,880652 ns
Linear	1	6,100946 ns	17,13332 *	4,327127 ns
Quadrática	1	0,6414706 ns	26,37221 **	0,5789914 ns
Cúbica	1	0,09563317 ns	8,080470 ns	1,603180 ns
Quartica	1	5,328760 ns	3,961907 ns	0,03391718 ns
Resíduo	80	9,678423	3,450261	1,756754
C. V. (%)	---	11,420	5,527	7,289

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

Quadro 11A - Análise de variância de potássio, magnésio e sódio consumo no tibiotarso de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com rações com 20 e 23% de PB submetidos a diferentes balanços eletrolíticos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		K	Mg	Na
Proteína Bruta (PB)	1	0,006108074 ns	0,001903130 ns	0,01320853 ns
20% PB (trat.)	7	0,06343528 ns	0,004458546 ns	0,05660155 ns
Linear	1	0,06670411 ns	0,000667610 ns	0,00337754 ns
Quadrática	1	0,2083288 ***	0,000136380 ns	0,07624839 ns
Cúbica	1	0,1159319 ns	0,01786513 ns	0,1102139 ns
Quartica	1	0,01370868 ns	0,009684756 ns	0,00676156 ns
23% PB (trat.)	7	0,02218536 ns	0,0140786 ns	0,03387993 ns
Linear	1	0,01680639 ns	0,01869421 ns	0,01435600 ns
Quadrática	1	0,1105255 ns	0,01330867 ns	0,02830003 ns
Cúbica	1	0,002267584 ns	0,009611744 ns	0,01124323 ns
Quartica	1	0,02358330 ns	0,05063699 ***	0,01258327 ns
Resíduo	80	0,07322124	0,01295866	0,04834800
C. V. (%)	---	20,203	13,818	14,398

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

Quadro 12A - Minerais Ossos 42 dias - Análise de variância de cinza, cálcio e fósforo no tibiotarso de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com rações com 20 e 23% de PB na fase inicial submetidos a diferentes balanços eletrolíticos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		Cinza	Ca	P
Proteína Bruta (PB)	1	1,919673 ns	1,024925 ns	0,06676076 ns
20% PB (trat.)	7	11,16287 ***	4,654583 ns	0,4620728 ns
Linear	1	2,688565 ns	16,11031 ***	0,2143450 ns
Quadrática	1	38,34010 *	6,753652 ns	0,5305948 ns
Cúbica	1	7,462114 ns	6,308920 ns	0,3133017 ns
Quartica	1	19,34193 ***	0,4171082 ns	0,6077484 ns
23% PB (trat.)	7	9,377398 ns	4,069302 ns	0,4214616 ns
Linear	1	2,397487 ns	6,796010 ns	0,00949538 ns
Quadrática	1	44,54311 **	1,719198 ns	1,173200 ns
Cúbica	1	0,06212435 ns	0,2752212 ns	0,000369976 ns
Quartica	1	0,4217227 ns	0,4483702 ns	0,003177095 ns
Resíduo	80	5,853447	5,318688	3,027321
C. V. (%)	---	10,297	6,705	9,793

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

Quadro 13A - Análise de variância de potássio, magnésio e sódio consumo no tibiotarso de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com rações com 20 e 23% de PB na fase inicial submetidos a diferentes balanços eletrolíticos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		K	Mg	Na
Proteína Bruta (PB)	1	0,001496111 ns	0,001193730 ns	0,03951433 ns
20% PB (trat.)	7	0,008333805 ns	0,005270860 ns	0,06120201 ***
Linear	1	0,002837240 ns	0,007364881 ns	0,02030157 ns
Quadrática	1	0,01935358 ns	0,000919716 ns	0,001675024 ns
Cúbica	1	0,007398759 ns	0,003116623 ns	0,01995938 ns
Quartica	1	0,004262728 ns	0,02028040 ns	0,000860108 ns
23% PB (trat.)	7	0,03438016 **	0,01111066 ns	0,008013166 ns
Linear	1	0,02562797 ns	0,000860445 ns	0,01974787 ns
Quadrática	1	0,02464103 ns	0,02559782 ns	0,000427685 ns
Cúbica	1	0,09159097 **	0,02100805 ns	0,004201530 ns
Quartica	1	0,001469090 ns	0,02117997 ns	0,01324930 ns
Resíduo	80	0,01165185	0,01430285	0,03138073
C. V. (%)	---	8,826	12,524	9,624

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

Quadro 14A - Análise de variância de cálcio, fósforo e proteína total no soro sanguíneo de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com rações com 20 e 23% de PB submetidos a diferentes balanços eletrolíticos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		Ca	P	PTN
Proteína Bruta (PB)	1	0,1372596 ns	1,495004 ***	0,000104173 ns
20% PB (trat.)	7	3,602843 **	0,9163191 ***	0,06196545 ns
Linear	1	0,2343592 ns	0,000914155 ns	0,02480146 ns
Quadrática	1	11,07333 **	2,272398 *	0,03383484 ns
Cúbica	1	6,680695 **	1,617665 ***	0,000091160 ns
Quartica	1	4,749365 *	0,5200097 ns	0,2052093 ns
23% PB (trat.)	7	2,363547 **	0,5030464 ns	0,3172763 ***
Linear	1	9,849341 **	2,784602 *	0,08470052 ns
Quadrática	1	5,071675 *	0,004801559 ns	1,063400 *
Cúbica	1	0,1552147 ns	0,3213075 ns	0,1986786 ns
Quartica	1	0,001972668 ns	0,08649702 ns	0,3371479 ns
Resíduo	80	0,8135424	0,4430067	0,1772837
C. V. (%)	---	10,909	9,376	6,704

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.

Quadro 15A - Análise de variância de cálcio, fósforo e proteína total no soro sanguíneo de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com rações com 20 e 23% de PB na fase inicial submetidos a diferentes balanços eletrolíticos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		Ca	P	PTN
Proteína Bruta (PB)	1	0,6650015 ns	1,648504 *	0,009801077 ns
20% PB (trat.)	7	1,689893 **	0,2463997 ns	1,760469 **
Linear	1	0,009968554 ns	1,075776 ***	5,950875 **
Quadrática	1	4,505364 **	0,1450077 ns	2,712539 *
Cúbica	1	4,905569 **	0,1176273 ns	0,7862299 ns
Quartica	1	0,1730484 ns	0,2003208 ns	0,7358292 ns
23% PB (trat.)	7	0,9911892 *	0,1209354 ns	1,583523 **
Linear	1	1,796977 *	0,007833460 ns	4,038122 **
Quadrática	1	1,056914 ns	0,2265001 ns	5,171464 **
Cúbica	1	0,5523812 ns	0,000001578 ns	0,7340996 ns
Quartica	1	0,9348224 ns	0,07883807 ns	0,1172809 ns
Resíduo	80	0,4332619	0,2776866	0,5487447
C. V. (%)	---	9,668	7,922	10,291

** Efeito significativo (P<0,01); * efeito significativo (P<0,05); *** efeito significativo (P<0,10); ns não significativo.