

BALANÇO ELETROLÍTICO E PROTEICO DIETÉTICOS SOBRE AS AMINOTRANSFERASES HEPÁTICAS, RENAIIS E SÉRICAS E TEORES SÉRICOS DE MAGNÉSIO E CLORO DE FRANGOS DE CORTE

CIBELE SILVA MINAFRA,¹ GEORGE HERNRIQUE KLING MORAES,² ANA CAROLINA CALCADO LOPES,³
CARLOS O. LOPES JÚNIOR,³ FLÁVIO MEDEIROS VIEITES,⁴ CÍNTIA SILVA MINAFRA REZENDE⁵ E
MARCO ANTÔNIO OLIVEIRA VIU⁶

1. Doutoranda, bioquímica agrícola da Universidade Federal de Viçosa. E-mail: csminafra@bol.com.br;

2. Professor do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da UFV

3. Mestrandos da UFMG

4. Professor da Zootecnia da UFMT, Campus de Rondonópolis, MT

5. Professora da Universidade Federal de Goiás

6. Professor, Campus da UFG, Jataí, GO

RESUMO

Desenvolveu-se um experimento com pintos de corte machos para o estudo dos efeitos dos níveis de 20% e 23% de proteína bruta (PB) combinados com 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 e 350 mEq/kg de balanço eletrolítico (BE) sobre o perfil da atividade das aminotransferases (AST e ALT) no tecido hepático, tecido renal e no soro, além dos níveis séricos do cloro (Cl) e magnésio (Mg) de frangos de corte de sete, quatorze e vinte e um dias de idade. O delineamento utilizado foi fatorial 2x8. Forneceram-se dietas e água *ad libitum*. Coletou-se o sangue, de quatro aves de cada tratamento, por punção cardíaca para separação do soro, o qual foi congelado a -20°C. Após, sacrificaram-se as aves por deslocamento cervical, para remoção do tecido hepático e renal, material esse pesado e congelado em nitrogênio líquido e posteriormente homogeneizado. Centrifugou-se uma alíquota de cada amostra homogeneizada a 7.000rpm

por três minutos a 4°C, para determinação das atividades das aminotransferases no sobrenadante. Níveis de PB e BE na dieta afetaram a atividade enzimática da AST no tecido renal aos sete e vinte e um dias de idade, e no soro aos sete e quatorze dias. A atividade da ALT foi alterada, aos quatorze dias no tecido renal, e aos sete e quatorze dias no soro. A concentração do íon cloro, no soro, aos quatorze dias de idade sofreu alteração pela interação dos níveis de BE e PB. A concentração do íon magnésio não foi alterada pelos níveis de PB e BE. Mostra-se, neste trabalho, um perfil dos resultados, uma vez que não há dados disponíveis na literatura. Com os resultados obtidos não se pôde correlacionar as modificações dos níveis de PB e BE com as alterações nas concentrações das enzimas ALT e AST no tecido hepático e renal, conseqüentemente, com as alterações metabólicas.

PALAVRAS-CHAVES: Balanço eletrolítico, fígado, frangos, proteína dietética, frangos, soro, rim.

ABSTRACT

ELECTROLYTE AND PROTEIN DIET BALANCE ON AMINOTRANSFERASES ON LIVER, KIDNEY AND SERUM AND SERIC LEVELS OF MAGNESIUM AND CHLORIDE IN BROILERS

An experiment was carried out with male chicks to study levels of 20 and 23% of crude protein (CP) and 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 and 350 mEq/kg of electrolytic balance (EB) aminotransferases activity profile (AST and

ALT) in liver tissue, kidney tissue and serum and serum levels of alkaline phosphatase (ALP), magnesium (Mg) and chloride (Cl) for broilers at seven, 14 and 21 days of age. The design used was factorial arrangement 2X8. Diets and

water were fed ad libitum. The blood was collected, four birds of each treatment by cardiac puncture for separation of the serum which was frozen at -20°C and after were killed by cervical dislocation for removal of kidney and liver tissue that were weighed and frozen in liquid nitrogen and then homogenized. An aliquot of each sample was homogenized centrifuged to 7000rpm for 3 minutes at 4°C , to determine the activities of aminotransferase in the supernatant. Dietetic PB and BE levels affected AST activity in kidney tissue at seven and 21 days of age and in serum at 7 and 14 days,

the activity of ALT, at 14 days in kidney tissue and at 7 and 14 days in serum. The serum chloride concentration in 14 days of age was altered by interaction of BE and CP levels. The magnesium concentration was not altered by BE and PB levels. A profile is observed, and it is not available a great amount of results. With the results obtained, it is not possible to correlacionate modifications of CP and EB with enzyme activities in kidney and renal tissues, consequently, metabolic alterations.

KEY WORDS: Broilers, electrolyte balance, diet protein, liver and kidney, serum.

INTRODUÇÃO

As decisões mais importantes a serem tomadas na formulação de uma dieta de frango de corte estão relacionadas à concentração de proteína bruta (PB). O metabolismo proteico e a regulação ácido-básico são processos inter-relacionados que influenciam o desempenho das aves (PATIENCE, 1990).

O balanço eletrolítico (BE) da ração possui ligação direta com o equilíbrio ácido-básico interno do animal. Portanto, ao se variar o conteúdo proteico da ração, torna-se necessário ajustar o BE da dieta. A manutenção desse equilíbrio no animal tem grande importância fisiológica e bioquímica (SOUSA et al., 2002), visto que as atividades celulares, trocas eletrolíticas e manutenção do estado estrutural das proteínas do organismo são profundamente influenciadas por pequenas alterações do pH sanguíneo (MACARI et al., 1994; MURAKAMI, 2000). O BE pode interferir, também, no metabolismo hepático, renal e sanguíneo.

O fígado, a maior glândula do corpo, desempenha uma variedade de funções metabólicas, o que o coloca em uma posição de destaque entre os mais importantes tecidos (McCORMICK, 1990). As aminotransferases ou transaminases, a aspartato aminotransferase (AST ou GOT), classificada como EC 2.6.1.1, e a alanina aminotransferase (ALT ou GPT), classificada como EC 2.6.1.2, são enzimas intracelulares de localização predominantemente citoplasmática e de alta concentração no fígado (HARPER, 1982), justificando sua utilização como indicadores da função hepática (ARAÚJO et al., 2001). Normalmente, os níveis

séricos de transaminases são baixos, porém, após destruição tecidual extensa, essas enzimas são liberadas no soro.

O rim é um órgão que mantém a composição química dos líquidos corporais e desempenha funções homeostáticas de grande importância. GAW et al. (2001) relataram a importância das funções dos rins, tais como regulação do balanço hídrico, de eletrólitos e do equilíbrio ácido-básico. A concentração das enzimas transaminases no rim é, também, indicativa da boa integridade desse órgão.

Em aves, a análise do soro é um bom indicativo para alterações em seus sistemas fisiológicos (GAW et al., 2001) e a análise de diferentes atividades de enzimas séricas oferece informações valiosas para o diagnóstico de uma série de condições mórbidas (NELSON & COX, 2002).

O cloro é um dos principais eletrólitos do sangue, sendo também responsável pelo equilíbrio ácido-básico (McDOWELL, 1992). Níveis baixos desse mineral podem comprometer o metabolismo energético e proteico (LARBIER & LECLERCQ, 1994). Parte do magnésio no organismo está associada ao cálcio e ao fósforo, no esqueleto. A concentração normal varia dependendo da espécie (KANEKO, 1989). A absorção desse mineral pode ser afetada pela quantidade de cálcio, fosfato e proteína presente na dieta (MOTTA, 2003).

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos dos níveis de 20% e 23% de proteína bruta (PB) combinados com 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 e 350 mEq/kg de balanço eletrolítico (BE) sobre o perfil da atividade das aminotransferases (AST e ALT) no tecido hepático, tecido renal e no soro,

além dos níveis séricos da atividade de magnésio (Mg) e cloro (Cl) de frangos de corte aos sete, quatorze e vinte e um dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia, e as análises no Laboratório de Bioquímica Animal do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Utilizaram-se 2.112 aves, da linhagem Ross, machos, com um dia de idade e peso médio de 45 g. Alojaram-se as aves em galpão de alvenaria, em boxes de 1,25 m x 1,80 m, piso de cimento e cama de maravalha. As aves receberam água e ração à vontade em todo o período experimental.

Fez-se uso de duas rações formuladas à base de milho, farelo de soja e farelo de glúten de milho, contendo 20% e 23% de PB, de forma a atender às recomendações nutricionais (ROSTAGNO et al., 2005). Essas rações foram formuladas de forma a conter um BE de zero a 350 mEq/kg, sendo usado como fonte de cloro o cloreto de amônia (Tabela 1). Procedeu-se ao cálculo dos valores de BE mediante a fórmula sugerida por MONGIN (1981): $BE = (\% Na \times 100/22,990^*) + (\% K \times 100/39,102^*) - (\% Cl \times 100/35,453^*)$; em que: * = equivalente grama dos íons Na, K ou Cl, respectivamente.

Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com fatorial 2 x 8, sendo oito níveis de BE e dois níveis de PB com seis repetições de vinte e duas aves cada. Suplementou-se cada ração basal (20 e 23 % de PB) com cloreto de amônia ou carbonato de potássio, em substituição ao material inerte, de forma a se obter os oito níveis (0; 50; 150; 200; 250; 300 e 350 mEq/kg) de BE (Tabela 2).

Coletou-se o sangue de quatro aves de cada tratamento, por punção cardíaca, nos dias sete, quatorze e vinte e um, sendo centrifugado durante cinco minutos a 5.000 rpm, para separação do soro, sendo este acondicionado em tubos de ensaio identificados e congelados. Posteriormente, os

animais foram sacrificados e tiveram o fígado e os rins removidos, pesados e acondicionados em recipientes devidamente identificados e rapidamente congelados, usando-se nitrogênio líquido, com o intuito de cessar a atividade enzimática, e posterior armazenamento sob congelamento a 20°C negativo. Homogeneizou-se 1,0 g de tecido com 9,0 mL de água deionizada gelada com agitador. As amostras foram centrifugadas a 7.000rpm por três minutos a 4°C. Empregou-se o sobrenadante do tecido renal e do fígado para a determinação da atividade das transaminases (AST e ALT) usando kits reagentes comerciais da BIOCLIN.

Procedeu-se às análises no soro das atividades das enzimas AST, ALT e da ALP, além da dosagem dos teores de Cl e Mg, sendo utilizados kits comerciais específicos da marca BIOCLIN para o autoanalisador multiparamétrico de bioquímica, Lisabio, série 652, Alizé.

O princípio do *kit* para reação das transaminases AST e ALT consiste em que a aminotransferase da amostra catalisa transferência do grupo amino do aspartato e da alanina para o alfaetogluturato, formando oxaloacetato, piruvato e glutamato. O oxalacetato é reduzido na presença da malato desidrogenase e o piruvato é reduzido a lactato, ambos com a oxidação de nicotinamida adenina dinucleotídeo (NADH) reduzida a nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD).

Para o cloreto, a metodologia do *kit* consiste no método colorimétrico em que este íon na presença de tiocianato de mercúrio, em meio ácido, forma cloreto de mercúrico e íons tiocianato. Os íons tiocianatos reagem com os íons férricos, formando tiocianato férrico, de cor amarelo-laranja, que é proporcional à concentração de cloretos da amostra.

O *kit* do magnésio (Mg) requer o corante de Mann Yoe, que em pH alcalino e na presença de Mg desenvolve coloração vermelha. A intensidade de cor vermelha do complexo é proporcional à concentração de Mg.

Para a análise estatística dos resultados usou-se o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG 9.0, 2005).

TABELA 1. 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 V vitamínico ¹	0,100	0,100	
Mistura M 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 di- gestível	(%)	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
Balanco eletrolítico	(mEq/kg)	150	150

¹Rovimix (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 – 2,0 g; vitamina B6 – 4,0 g; ác. pantotênico – 12,0 g; biotina – 0,10 g; vitamina K3 – 3,0 g; ac. fólico – 1,0 g; ac. Nicotínico – 0,50 g; vitamina B12 – 15.000 mcg; selênio – 0,25 g; e veículo q. s. p. – 1.000 g. ²Roligomix (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. – 1.000 g. ³Stafac[□] – 50 %. ⁴Coxistac[□] (Salinomicina) – 12 %. ⁵Hidroxi Butil Tolueno.

TABELA 2. 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 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No fígado, aos sete, quatorze e vinte e um dias de idade, a atividade enzimática da AST (U/L) não foi afetada pelos níveis de PB e BE. Aos sete e quatorze dias, não houve efeito dos níveis de PB e BE para a AST/g de tecido, mas aos vinte e um dias houve efeito para interação. Todavia, aos sete dias, existiu diferença para ALT (U/L) tanto para níveis de PB quanto para BE e também para a interação. O maior valor foi encontrado para 20% de PB (115,5) e BE de 150 mEq/kg (121,4). Também, aos vinte e um dias, para a variável AST/g de tecido, a interação foi significativa para os níveis de PB e BE e a ALT/g de tecido foi afetada pelos níveis de BE. O perfil das médias dos valores de atividade enzimática (AST (U/L), AST/g de tecido,

ALT (U/L) e ALT/g de tecido) e os coeficientes de variação e o valor de P, de acordo com a idade, no fígado, são apresentados nas Tabelas 3, 4 e 5.

TEETER (1997) sugeriu que o BE ideal, em rações para a fase inicial, é de 201 mEq/kg. Neste estudo, para o nível de BE de 200 mEq/kg aos vinte e um dias, encontrou-se o valor da atividade de AST de 249,8 U/L e de 10,14 AST/g de tecido. Já para a ALT, os valores foram de 106,5 U/L e 4,27 ALT/g de tecido.

DARI (2002) afirmou que o BE das rações mais utilizadas para frangos de corte varia de 150 a 230 mEq/kg. No presente estudo, os valores de AST para 150 de BE, aos vinte e um dias, foram de 259,8 e 9,80 AST/g de tecido. Para os valores de ALT e ALT/g de tecido, os valores encontrados foram, respectivamente, de 119,1 e 4,50.

TABELA 3. Perfil das médias dos valores de atividade enzimática AST (U/L), AST/g de tecido, ALT (U/L) e ALT/g de tecido e os coeficientes de variação e o valor de P, aos sete dias de idade, no fígado

Nível de proteína (%)	AST(U/L) – 7 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	216,4	220,9	263,5	222,7	210,6	218,9	240,6	251,4	230,6
23	227,7	206,8	242,9	252,9	255,5	214,9	205,6	240,3	230,8
Média BE	222,1	213,9	253,2	237,8	233,0	216,9	223,1	245,9	
Valor de P: PB >0,05, BE=0,29184 e PB X BE=0,34948									CV= 10,55%
	AST/g Tecido – 7 dias								
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	48,19	48,57	55,99	45,18	50,36	45,18	51,95	68,96	51,80
23	50,14	49,91	44,18	67,60	49,33	42,02	33,24	42,16	47,32
Média BE	49,16	49,24	50,08	56,39	49,85	43,60	42,60	55,56	
Valor de P: PB=0,30416, BE>0,05 e PB X BE =0,21330									CV=24,05%
	ALT(U/L) – 7 dias								
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	118,5aBCDE	119,9aBCDE	102,1b E	136,6aA	108,9aCDE	108,8bCDE	122,2aBCD	107,2bDE	115,5a
23	114,4aBCD	103,5b D	130,8aA	106,2bCD	102,8a D	118,9aBCD	106,8b CD	115,9aBCD	112,4b
Média BE	116,4AB	111,7BC	116,5AB	121,4A	105,8C	113,8ABC	114,5AB	111,6BC	
Valor de P: PB=0,02073, BE=0,00060 e PB X BE =0,00000									CV=3,00%
	ALT/g Tecido – 7 dias								
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	26,44	26,23	21,52	27,74	25,78	22,37	26,41	29,15	25,71
23	24,75	24,71	23,72	29,25	20,05	23,23	17,27	20,34	22,92
Média BE	25,60	25,47	22,62	28,49	22,91	22,80	21,84	24,75	
Valor de P: PB=0,13145, BE >0,05 e PB X BE >0,05									CV=20,41%

TABELA 4. Perfil das médias dos valores de atividade enzimática AST (U/L), AST/g de tecido, ALT (U/L) e ALT/g de tecido e os coeficientes de variação e o valor de P, aos quatorze dias de idade, no fígado

Nível de proteína (%)	AST (U/L) – 14 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	229,0	234,0	234,8	266,8	231,8	244,1	250,2	233,3	240,5
23	248,4	245,6	238,8	247,4	240,6	269,8	240,3	238,3	246,2
Média BE	238,7	239,8	236,8	257,1	236,2	257,0	245,3	235,8	
Valor de P: PB >0,05, BE >0,05 e PB X BE >0,05									CV= 7,56%
Nível de proteína (%)	AST/g tecido – 14 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	19,72	21,82	17,77	21,89	18,65	20,62	21,62	18,68	20,10
23	20,52	20,77	18,63	22,40	18,52	20,49	19,27	17,47	19,76
Média BE	20,12	21,30	18,20	22,15	18,59	20,55	20,45	18,07	
Valor de P: PB >0,05, BE= 0,20439 e PB X BE >0,05									CV=11,87%
Nível de proteína (%)	ALT (U/L) – 14 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	125,7	114,5	121,7	131,6	124,7	127,5	120,9	129,1	124,5
23	139,2	130,5	129,9	120,9	121,5	115,3	121,1	128,5	125,9
Média BE	132,4	122,5	125,8	126,3	123,1	121,4	121,0	128,8	
Valor de P: PB >0,05, BE= 0,37537 e PB X BE= 0,11833									CV=5,88%
Nível de proteína (%)	ALT/g tecido – 14 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	10,81	10,72	9,26	10,81	9,99	10,77	10,61	10,36	10,42
23	11,44	11,02	10,13	10,98	9,36	8,78	9,72	9,36	10,10
Média BE	11,13	10,87	9,69	10,90	9,68	9,77	10,16	9,86	
Valor de P: PB >0,05, BE >0,05 e PB X BE >0,05									CV=12,73%

TABELA 5. Perfil das médias dos valores de atividade enzimática AST (U/L), AST/g de tecido, ALT (U/L) e ALT/g de tecido e os coeficientes de variação e o valor de P, aos vinte e um dias de idade, no fígado

Nível de proteína (%)	AST(U/L) – 21 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	262,8	285,2	210,6	252,9	241,9	277,4	268,6	295,5	261,9
23	256,2	254,0	277,1	266,6	257,7	284,4	213,6	246,1	257,0
Média BE	259,5	269,6	243,9	259,8	249,8	280,9	241,1	270,8	
Valor de P: PB >0,05, BE >0,05 e PB X BE=0,12587									CV= 11,02%
Nível de proteína (%)	AST/g tecido – 21 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	11,74a AB	13,18a AB	7,30b B	9,81a AB	8,89a AB	11,00a AB	12,65a AB	14,16a AB	11,09
23	12,04a A	10,56a A	12,69a A	9,78a A	11,40a A	12,88a A	9,03b A	11,93a A	11,29
Média BE	11,89	11,87	9,99	9,80	10,14	11,94	10,84	13,04	
Valor de P: PB >0,05, BE=0,08062 e PB X BE=0,01258									CV=13,79%
Nível de proteína (%)	ALT(U/L) – 21 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	117,3	114,7	124,9	126,7	118,3	108,0	110,4	105,8	115,8
23	121,1	111,0	104,4	111,6	94,6	112,7	107,0	118,7	110,1
Média BE	119,2	112,8	114,6	119,1	106,5	110,4	108,7	112,3	
Valor de P: PB=0,10255, BE=0,46625 e PB X BE=0,11706									CV=8,12%
Nível de proteína (%)	ALT/g tecido – 21 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	5,25	5,28	4,31	4,92	4,37	4,28	5,20	5,07	4,83
23	5,66	4,60	4,74	4,09	4,17	5,08	4,58	5,76	4,84
Média BE	5,45A	4,94AB	4,53AB	4,50AB	4,27B	4,68AB	4,89AB	5,41A	
Valor de P: PB >0,05, BE=0,01135 e PB X BE=0,07852									CV=8,95%

BORGES et al. (2002) encontraram, para frangos de 21 dias de idade alimentados com rações de 21 ou 23,5 % de PB, um BE ideal de 260 mEq/kg. Os valores encontrados para 23% de PB e BE de 250 mEq/kg foram para AST igual a 284,4 U/L, para a AST/g tecido 12,88, para a ALT 112,7 U/L e para ALT/g de tecido de 5,08. Não se encontrou na literatura consultada parâmetro para discussão dos valores das enzimas nos rins e no fígado, apenas no soro, tampouco nível adequado para frangos.

Apesar de a ALT e a AST serem bons indicativos de desordens hepáticas, com os resultados obtidos neste estudo, não se pôde fazer inferências sobre as variáveis estudadas no comprometimento do tecido hepático para os dois níveis de PB e para os oito níveis de BE nas rações fornecidas para frangos de corte aos sete, quatorze e vinte e um dias de idade. No entanto, demonstrou-se o perfil dessas enzimas nas diferentes dietas.

As médias de atividade enzimática específica AST (U/L), AST/mg de tecido, ALT (U/L) e AST/mg de tecido e os coeficientes de variação, no tecido renal, de acordo com a idade, são apresentados nas Tabelas 6, 7 e 8.

No tecido renal de frangos de corte com dietas de diferentes níveis de PB e BE, mostra-se o perfil das atividades enzimáticas da alanina e aspartato aminotransferases. Necessita-se de trabalhos nesta área para a confirmação dos valores destas enzimas, pois elas são importantes para diagnóstico clínico.

Aos sete dias de idade, não houve interação ($P > 0,05$) da atividade enzimática da ALT com BE e os níveis de PB, nem para interação no tecido renal. Houve para AST diferença entre os níveis de BE e para a interação entre PB e BE. Para AST/mg de tecido, houve diferença entre os níveis de PB e para a interação, não sendo significativo para os níveis de BE. O mesmo perfil foi observado para a ALT/mg de tecido.

BORGES et al. (2002) avaliaram o BE em rações pré-iniciais (um a sete dias) de frangos de corte com 21,5% de proteína e obtiveram um valor ideal entre 246 e 277 mEq/kg. Neste trabalho, para o BE de 250 mEq/kg com 20% de PB, com

idade de sete dias, o valor de AST foi 256,9 U/L, AST/mg tecido foi de 19,94, ALT 114,3 U/L e a ALT/mg tecido apresentou valor de 8,80.

Com relação aos animais de quatorze dias de idade, somente não houve significância para a AST. Para AST/mg de tecido e ALT, houve diferença entre os níveis de BE e da interação da PB com BE. Para a ALT/mg de tecido, houve diferença para níveis de PB, BE e para a interação.

Para a idade de vinte e um dias, as atividades enzimáticas específicas da AST e AST/mg de tecido diferiram tanto para níveis de PB, BE e para interação. O mesmo perfil foi apresentado para ALT e ALT/mg de tecido, em que somente os níveis de PB afetaram a análise. MARTINEZ-AMIZCUA et al. (1998) afirmaram que é importante garantir um mínimo de 180 mEq/kg. Para valor aproximado de 200 mEq/kg, neste trabalho, o valor de AST é de 444,7, para AST/mg de tecido de 3,68, ALT de 330,6 e ALT/mg de tecido 2,76.

O perfil das médias dos valores de atividade enzimática (AST e ALT) e teores de Mg e Cl, de acordo com a idade e com a dieta, no soro, são representados nas Tabelas 9, 10 e 11.

A avaliação dos parâmetros séricos em frangos aos sete dias e quatorze dias de idade para as variáveis enzimáticas AST (U/L) e ALT (U/L) mostraram significância. Os valores encontrados com nível de 200 mEq/kg aos sete, quatorze e vinte e um dias foram para AST de 282,4, 311,7 e 213,2 e para ALT de 203,4, 248,4 e 192,6. KANASHIRO et al. (2001) trabalharam com administração contínua probióticos em frangos de corte e avaliaram alterações em nível enzimático sérico (aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase) e encontraram, para grupo-controle, valores de AST (U/L) de 150,3, 153,77 e 135,3, já para ALT de 1,743, 0 e 1,742 aos sete, treze e vinte e três dias de idade, respectivamente. BORSA et al. (2006) avaliaram níveis séricos de enzimas de função hepática em frangos de corte de criação industrial clinicamente saudáveis e encontraram valores de 300, 221 e 221 para AST (U/L) e 8, 15 e 26 para ALT (U/L) aos sete, quatorze e vinte e um dias de idade. Valor da atividade enzimática da AST

aos sete dias foi maior (363,6 U/L) com BE de 350 mEq/kg e 20% de PB e aos quatorze dias (355,8 U/L) com BE de 250 mEq/kg e 23% de PB. Valores encontrados para ALT mostraram-se superiores aos encontrados por KANASHIRO et al. (2001) e BORSA et al. (2006), que utilizaram metodologias diferentes. Os maiores valores para AST (U/L) foram de 285,3 com BE de 350 mEq/kg e 20% de PB aos sete dias e 304,5 com BE de 350 mEq/kg e 23% de PB. Talvez os maiores valores sejam explicados pelos altos níveis de BE, que podem ter prejudicado a homeostase dos frangos de corte.

O teor de cloro (mmol/L) só foi significativo aos quatorze dias de idade. SOUZA et al. (2004)

avaliaram a concentração de cloro no soro de aves, aos trinta e cinco dias de idade, por fotometria de chama, e encontraram valores parecidos aos deste trabalho, para machos com valor de 105,58 (mEq/L). RIBEIRO et al. (2001), avaliando as propriedades do ácido nicotínico no desempenho e no balanço térmico de frangos de corte durante estresse por calor, encontraram o valor de cloro para aves na zona termoneutra entre trinta e quatro a trinta e oito dias de 112,0 mEq/L. Neste trabalho, maior concentração deste íon no soro foi de 173,8 com BE de 150 mEq/kg e 20% de PB, indicando que a homeostase pode ser afetada com BE 150 mEq/kg.

TABELA 6. Perfil das médias dos valores de atividade enzimática AST (U/L), AST/mg de tecido, ALT (U/L) e AST/mg de tecido e os coeficientes de variação, no tecido renal, aos sete dias de idade

Nível de proteína (%)	AST (U/L) – 7 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	287,8 aABC	296,6aABC	314,5aABC	318,6aABC	275,2bBC	256,9bC	324,1aABC	309,5 aABC	297,93
23	269,0 aB	267,9 aB	320,2 aAB	317,5aAB	314,5aAB	302,0aAB	310,6aAB	313,8 aAB	301,98
Média BE	278,4 C	282,2 BC	317,4 A	318,0 A	294,9 ABC	279,4 BC	317,3 A	311,6 AB	
Valor de P: PB >0.05, BE=0.00059 e PB X BE=0.01307									CV= 4,52%
Nível de proteína (%)	AST/mg tecido – 7 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	21,71 aA	28,09 aA	23,87 aA	18,96 bA	23,87aA	19,94aA	22,04aA	25,27 a A	22,97 a
23	11,60 bBC	10,26 bC	20,68 aABC	26,16 aABC	21,76 aABC	18,76 aABC	20,32 aABC	16,24 bABC	18,22 b
Média BE	16,66	19,18	22,27	22,56	22,82	19,35	21,18	20,75	
Valor de P: PB=0.00053, BE=0.14866 e PB X BE=0.00176									CV=15,08%
Nível de proteína (%)	ALT (U/L) – 7 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	107,8	114,7	123,3	130,1	112,4	114,3	118,9	101,2	115,3
23	100,6	114,5	117,9	122,3	116,9	116,7	113,3	117,1	114,9
Média BE	104,2	114,6	120,6	126,2	114,6	115,5	116,1	109,2	
Valor de P: PB >0.05, BE=0.17402 e PB X BE >0.05									CV=8.78%
Nível de proteína (%)	ALT/mg tecido – 7 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	8,14 aA	10,88 aA	9,41 aA	7,67 aA	9,74 aA	8,80 aA	8,08 aA	8,24 aA	8,87 a
23	4,33 bB	4,37 bB	7,61 aAB	10,08 aAB	8,17 aAB	7,25 aAB	7,57 aAB	6,06 aAB	6,93 b
Média BE	6,24	7,63	8,51	8,88	8,96	8,02	7,82	7,15	
Valor de P: PB=0.00159, BE=0.20610 e PB X BE=0.02823									CV=18.31%

TABELA 7. Perfil das médias dos valores de atividade enzimática AST (U/L), AST/mg de tecido, ALT (U/L) e AST/mg de tecido e os coeficientes de variação, no tecido renal, aos quatorze dias de idade

Nível de proteína (%)	AST (U/L) – 14 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	329,1	327,5	306,3	310,4	292,3	309,7	307,9	312,2	311,9
23	320,0	330,3	302,1	299,3	311,5	305,4	330,7	321,6	315,1
Média BE	324,5	328,9	304,2	304,8	301,9	307,5	319,3	316,9	
Valor de P: PB >0.05, BE=0.07689 e PB X BE>0.05									CV= 4,29%
AST/mg tecido – 14 dias									
20	13,92a AB	10,28a ABC	8,72a BC	5,55a C	8,79a BC	7,33b BC	9,28a BC	11,47a ABC	9,42
23	10,18b A	7,41b A	8,24a A	6,95a A	10,85a A	10,58a A	6,53b A	9,12a A	8,73
Média BE	12,05A	8,84 BC	8,48 BC	6,25 C	9,82 AB	8,95 BC	7,91 BC	10,30 AB	
Valor de P: PB=0.14477, BE=0.00047 e PB X BE=0.00704									CV=13,89%
ALT (U/L) – 14 dias									
20	280,2a A	285,0a A	266,5a A	270,1a A	254,4a A	269,5a A	262,9a A	271,7a A	270,1
23	278,5a ABC	287,4a ABC	262,9a ABC	236,4b C	271,1a ABC	238,1b BC	257,6a ABC	279,9a ABC	264,0
Média BE	279,3 AB	286,2 A	264,7 ABC	253,3 C	262,7 ABC	253,8 C	260,3 BC	275,8 ABC	
Valor de P: PB=0.10280, BE=0.00149 e PB X BE=0.02459									CV=3,71%
ALT/mg tecido – 14 dias									
20	11,84a AB	8,94a ABC	7,59a BC	4,83a C	7,65a BC	6,38a BC	7,93a BC	9,98a ABC	8,14 a
23	8,86b ABC	6,44b ABC	7,17a ABC	5,50a BC	9,44a ABC	8,23a ABC	5,09b C	7,94a ABC	7,33b
Média BE	10,35 A	7,69 BC	7,38 BC	5,16 C	8,55 AB	7,30 BC	6,51 BC	8,96 AB	
Valor de P: PB =0.04446, BE=0.00015 e PB X BE=0.01256									CV=13,53%

TABELA 8. Perfil das médias dos valores de atividade enzimática AST (U/L), AST/mg de tecido, ALT (U/L) e AST/mg de tecido e os coeficientes de variação, no tecido renal, aos vinte e um dias de idade

Nível de proteína (%)	AST (U/L) – 21 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	427,8a A	439,5b A	399,4b A	410,5a A	462,8a A	411,4a A	427,9a A B	440,4a A	427,5 b
23	399,3a B	548,3a A	467,6a B	441,8a B	426,6a B	433,4a B	419,9a	420,8a B	444,7 a
Média BE	413,5B	493,9A	433,5B	426,1B	444,7AB	422,4B	423,9B	430,6B	
Valor de P: PB=0.03116, BE=0.00160 e PB X BE=0.00136									CV= 4,73%
AST/mg tecido – 21 dias									
20	4,61a ABC	4,27b ABC	2,91b C	3,98b ABC	3,56a BC	3,67a BC	5,12a ABC	4,00a ABC	4,02 b
23	3,99a B	5,25a AB	4,21a AB	5,25a AB	3,79a B	3,78a B	3,96b B	4,56a AB	4,35 a
Média BE	4,30ABC	4,76A	3,56C	4,62 ^a	3,68BC	3,73BC	4,54AB	4,28ABC	
Valor de P: PB=0.01751, BE=0.00074 e PB X BE=0.00130									CV=8,53%
ALT (U/L) – 21 dias									
20	284,9	282,5	225,0	257,2	302,8	258,0	272,4	320,3	275,4 b
23	308,4	377,2	307,0	284,5	358,3	311,0	323,1	266,2	317,0 a
Média BE	296,6	329,9	266,0	270,9	330,6	284,5	297,7	293,3	
Valor de P: PB=0.02055, BE=0.41035 e PB X BE >0.05									CV=15,44%
ALT/mg tecido – 21 dias									
20	3,03	2,74	1,64	2,49	2,33	2,30	3,26	2,93	2,59 b
23	3,12	3,61	2,76	3,38	3,18	2,72	3,04	2,88	3,09 a
Média BE	3,08	3,18	2,20	2,94	2,76	2,51	3,15	2,91	
Valor de P: PB=0.01715, BE=0.19380 e PB X BE >0.05									CV=18,61%

O magnésio não foi afetado em nenhum dos períodos analisados. GONZALEZ et al. (2001), trabalhando com incidências de doenças metabólicas, no sul do Brasil, encontraram valores de magnésio no soro de aves de 2,4 mg/dL aos dez dias e 1,9mg/dL aos vinte e um dias de idade. KANEKO (1989) referenciou uma faixa de valores para magnésio de 1,82 a 2,78 mg/dL. Os valores para este trabalho, com nível de 200 mEq/kg, considerado adequado para aves, foi de 3,4 mg/dL, 3,1 mg/dL e 2,0 mg/dL.

Com os resultados obtidos no soro, foi possível traçar um perfil da atividade das enzimas AST,

ALT, além das concentrações de Mg e Cl séricos, dados não disponíveis na literatura.

SCHMIDT et al. (2007) afirmam que os estudos dos parâmetros bioquímicos são essenciais para contribuir com o progresso da medicina aviária, com a realização de estudos que permitam a interpretação adequada das respostas do organismo e do acompanhamento de casos clínicos e de campo, para possíveis adoções de medidas visando uma melhora no diagnóstico e na produção industrial.

TABELA 9. Perfil das médias dos valores de atividade enzimática AST e ALT e teores de cloro e magnésio, aos sete dias de idade, no soro.

Nível de proteína (%)	AST (U/mL) – 7 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	261,0a BC	237,0a C	239,8a BC	345,8a ABC	295,8a ABC	317,0aABC	294,9a ABC	363,6a ABC	294,3 a
23	250,0a B	252,3a B	242,4a B	302,7a AB	269,0a B	350,9a AB	238,3b B	280,1b AB	273,2 b
Média BE	255,5C	244,6C	241,1C	324,2A	282,4ABC	334,0A	266,6BC	321,9AB	
Valor de P: PB=0.01771, BE=0.00004 e PB X BE=0.03332									CV= 4,51%
Nível de proteína (%)	ALT (U/mL) – 7 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	165,0b C	146,3b C	165,0b C	272,3a A	217,9a B	259,8a A	206,8a B	285,3a A	214,8 a
23	196,6a BC	180,9a C	178,7a C	225,3b BC	188,9b C	279,4a A	179,2b C	189,8b C	202,3 b
Média BE	180,8CDE	163,6E	171,9DE	248,8AB	203,4C	269,6A	193,0CD	237,5B	
Valor de P: PB=0,00177, BE=0,00000 e PB X BE=0,00000									CV=13,79%
Nível de proteína (%)	Cloro (mmol/L) – 7 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	139,8	116,6	110,8	98,6	96,8	113,0	104,7	109,9	111,2
23	123,4	110,4	115,1	113,0	131,6	117,4	116,2	116,8	118,0
Média BE	131,6	113,5	112,9	105,8	114,2	115,2	110,4	113,3	
Valor de P: PB=0.15373, BE=0.27707 e PB X BE=0.26792									CV= 11,05%
Nível de proteína (%)	Magnésio (mg/dL) – 7 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	2,9	2,9	3,1	3,1	3,4	3,5	3,1	4,4	3,3
23	3,3	3,0	3,1	3,1	3,4	2,8	2,9	3,0	3,1
Média BE	3,1	2,9	3,1	3,1	3,4	3,2	3,0	3,7	
Valor de P: PB=0.13371, BE=0.31840 e PB X BE=0.25479									CV= 14,18%

TABELA 10. Perfil das médias dos valores de atividade enzimática AST e ALT e teores de cloro e magnésio, aos quatorze dias de idade, no soro

Nível de proteína (%)	AST (U/mL) – 14 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	269,8	235,5	311,8	305,3	318,5	307,2	287,9	315,0	293,9b
23	320,5	302,4	288,3	314,9	305,0	355,8	325,5	334,7	318,4a
Média BE	295,1AB	268,9B	300,0AB	310,1AB	311,7AB	331,5A	306,7AB	324,8A	
Valor de P: PB=0.00439, BE=0.02094 e PB X BE=0.07368									CV= 6,84%
Nível de proteína (%)	ALT (U/mL) – 14 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	210,0b BC	245,0a ABC	274,2a ABC	247,6a ABC	270,9a ABC	264,5a ABC	206,8b C	292,0a ABC	251,3
23	285,9a ABC	251,4a ABC	218,7b C	275,7a ABC	225,9b BC	286,8a ABC	267,5a ABC	304,5a ABC	264,5
Média BE	247,9B	248,2B	246,4B	261,7AB	248,4B	275,6AB	237,1B	298,2A	
Valor de P: PB=0.05281, BE=0.00354 e PB X BE=0.00090									CV= 6,91%
Nível de proteína (%)	Cloro (mmol/L) – 14 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	159,9a AB	130,5a AB	158,7a AB	173,8a A	147,8a AB	117,5b B	125,5a AB	130,5a AB	143,0
23	170,5a A	143,6a AB	153,6a A	141,4b A	127,0a A	168,7a A	152,2a A	133,8a AB	148,8
Média BE	165,2	137,1	156,1	157,6	137,4	143,1	138,8	132,1	
Valor de P: PB=0,28508, BE=0,05390 e PB X BE=0,02820									CV= 10,23%
Nível de proteína (%)	Magnésio (mg/dL) – 14 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	3,0	3,1	3,1	3,1	3,3	2,9	2,9	2,7	3,0
23	3,5	3,2	3,4	3,2	2,8	3,4	3,3	3,1	3,2
Média BE	3,3	3,2	3,3	3,2	3,1	3,2	3,1	2,9	
Valor de P: PB=0.11866, BE=0.39964 e PB X BE=0.11008									CV= 7,42%

TABELA 11. Perfil das médias dos valores de atividade enzimática AST e ALT e teores de cloro e magnésio, aos vinte e um dias de idade, no soro

Nível de proteína (%)	AST (U/mL) – 21 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	215,0	228,8	220,1	207,0	208,7	250,0	258,7	200,0	223,5
23	225,0	256,1	212,5	222,5	217,7	205,0	224,4	219,1	222,8
Média BE	220,0	242,5	216,3	214,7	213,2	227,5	241,5	209,5	
Valor de P: PB >0.05, BE=0.46358 e PB X BE=0.43487									CV= 11,42%
Nível de proteína (%)	ALT (U/mL) – 21 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	186,5	192,5	190,0	192,6	202,7	233,4	237,2	178,5	201,7
23	192,9	218,2	207,0	205,3	182,5	185,2	214,6	204,9	201,3
Média BE	189,7	205,3	198,5	198,9	192,6	209,3	225,9	191,7	
Valor de P: PB >0.05, BE=0.33161 e PB X BE=0.20781									CV= 10,60%
Nível de proteína (%)	Cloro (mmol/L) – 21 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	101,8	111,2	133,15	121,9	106,4	105,1	121,9	91,5	111,6
23	112,1	123,4	114,1	107,1	109,6	110,6	88,8	123,8	111,2
Média BE	106,9	117,3	123,6	114,5	108,0	107,8	105,3	107,6	
Valor de P: PB >0.05, BE>0.05 e PB X BE >0.05									CV= 19,23%
Nível de proteína (%)	Magnésio (mg/dL) – 21 dias								Média do nível de proteína (%)
	Níveis de BE								
	0	50	100	150	200	250	300	350	
20	2,4	2,0	2,0	2,2	2,0	1,9	2,9	1,7	2,1
23	2,2	2,4	2,0	2,2	2,1	2,2	1,8	2,4	2,2
Média BE	2,3	2,2	2,0	2,2	2,0	2,0	2,4	2,1	
Valor de P: PB >0.05, BE>0.05 e PB X BE=0.45454									CV= 23,69%

CONCLUSÕES

Níveis de PB e BE na dieta afetaram a atividade enzimática da AST no tecido renal aos sete e vinte e um dias de idade e no soro aos sete e quatorze dias. A atividade da ALT foi alterada, aos quatorze dias no tecido renal e aos sete e quatorze dias no soro. A concentração do íon cloro, no soro, aos quatorze dias de idade foi alterada pela interação dos níveis de BE e PB. A concentração do íon magnésio não sofreu alteração pelos níveis de PB e BE.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A.A.L.L.; RAMALHO, L.N.Z.; ZUCOLOTO, S.; BAGNATO, V.S.; SILVA JÚNIOR, O.C. Estudo das aminotransferases em ratos cirróticos hepatectomizados após aplicação de laser. *Acta Cirúrgica Brasileira*, v.16, n.1, p. 4, 2001.
- BORGES, S.A.; LAURENTIZ, A.C.; ARAÚJO, L.F.; ARAÚJO, C. S. S.; MAIORKA, A.; ARIKI, T. Efeito da proteína bruta e de diferentes balanços eletrolíticos das dietas sobre o desempenho de frangos no período inicial. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 4, n. 2, p.155-161, 2002.
- BORSA, A.; KOHAYAGAWA, A.; BORETTI, L.P.; SAITO, M.E.; KUIBIDA, K. Níveis séricos de enzimas de função hepática em frangos de corte de criação industrial clinicamente saudáveis. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 58, n. 4, p. 675-677, 2006.
- DARI, R. L. Eletrólitos para aves. *Aves News*, Boletim técnico para funcionários e clientes da Nutron Alimentos, 2002. p. 8.
- GAW, A.; COWAN, R.A.; O'REILLY, D.S.J.; STEWART, M.J.; SHEPHERD, J. *Bioquímica clínica*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 165 p.
- GONZALEZ, F. H. D.; HAIDA, K. S.; MAHL, D.; GIANNESI, G.; KRONBANNER, E. incidência de doenças metabólicas em frangos de corte no sul do Brasil e uso do perfil bioquímico sanguíneo para o seu estudo. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 3, n. 2, p. 141-147, 2001.
- HARPER, H.A. *Manual de química fisiológica*. 7. ed. São Paulo: Atheneu Editora São Paulo, 1982. 736 p.
- KANEKO, J.J. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 4. ed. California: Academic Press, 1989. 932 p.
- KANASHIRO, A.M.I.; BOTTINO, J.A.; CASTRO, A.G. M.; FERREIRA, F.; FERREIRA, A.J. P. Influência da administração contínua de probióticos a frangos de corte sobre atividades enzimáticas séricas e concentração de colesterol plasmático. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 68, n. 2, p. 11-17, 2001.
- LARBIER, M.; LECLERCQ, B. *Metabolism of water and minerals: nutrition and feeding of poultry*. Leicestershire: Nottingham University Press, 1994. 305 p.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALEZ, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP / UNESP, 1994. 375 p.
- MARTINEZ-AMIZCUA, C.; LAPARRA-VEGA, J. L. Dietary lysine and electrolite balance do not affect broiler performance. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 7, p. 313-319, 1998.
- McCORMICK, C.C. Symposium: liver metabolism in the chicken. *Poultry Science*, v. 69, p.1182, 1990.
- McDOWELL, L.R. Calcium and phosphorus: minerals in animal and human nutrition. *Academic Press*, San Diego, p. 26-77, 1992.
- MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 40, p. 285-294, 1981.
- MOTTA, V.T. *Bioquímica clínica para o laboratório*. 4. ed. Porto Alegre: Editora Médica Missau, 2003. 419 p.
- MURAKAMI, A. E. Balanço eletrolítico da dieta e sua influência sobre o desenvolvimento de ossos de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2000, Campinas. *Anais...* Campinas: FACTA, 2000. p. 33-61.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. *Lehninger: princípios de bioquímica*, 3. ed. São Paulo: Editora Sarvier, 2002. 725 p.
- PATIENTE, J.F. A review of the role of acid-base balance in amino acid nutrition. *Journal of Animal Science*, v. 68, p. 398-408, 1990.
- RIBEIRO, A.M. L.; MAHMOUD, H.; TEETER, R. G.; PENZ JR., A.M. Avaliação das propriedades do ácido nicotínico no desempenho e no balanço térmico de frangos de corte durante estresse por calor. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v. 3, n. 1, p. 41-48, 2001.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. *Composição de alimentos e exigências nutricionais*:

tabelas brasileiras para aves e suínos. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2005. 186 p.

SAEG. **Sistema de análises estatísticas e genéticas**: versão 9.0. Viçosa, MG: UFV, 2005.

SCHMIDT, E. M. S.; LOCATELLI-DITRICH, R.; SANTIN, E.; PAULILLO, A.C. Clinical pathology in poultry: a tool to improve poultry health (a review). **Archives of Veterinary Science**, v 12, n. 3, p.9-20, 2007.

SOUZA, B.B.; BERTECHINI, A.G.; SANTOS, C.D.; LIMA, J.A.F.; TEIXEIRA, A.S.; FREITAS, R.T.F. Balanço de potássio e desempenho de frangos de corte suplementados com KCL no verão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p.1160-1168, 2004.

SOUSA, B. B.; BERTECHINI, A. G.; TEIXEIRA A. S.; LIMA, J. A.F.; FREITAS, R.T.F. Efeito da suplementação de cloreto de potássio na dieta sobre o equilíbrio ácido-básico e o desempenho de frangos de corte no verão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 6, p.1297-1304, 2002.

TEETER, R. Balancing the electrolyte equation. **Feed Mix**, v. 5, n. 2, p. 22-26, 1997.

VIEIRA, E.C.; FIGUEIREDO, E.A.; LEITE, J.I.A.; GOMES, M.V. **Química fisiológica**. 2. ed. São Paulo: Editora Ateneu, 1995. 345 p.

Protocolado em: 28 jun. 2007. Aceito em: 17 fev. 2009.