



Efeito do balanço eletrolítico da ração sobre parâmetros ósseos e da cama de frango

Maria Cristina de Oliveira^{1*}

Ulccimar Martins Arantes²

José Henrique Stringhini²

¹Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Rio Verde
Caixa Postal 244, CEP 75901-970, Rio Verde – GO, Brasil

²Escola de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO, Brasil

*Autor para correspondência
cristina@fesurv.br

Submetido em 24/07/2009
Aceito para publicação em 09/10/2009

Resumo

Avaliou-se o efeito do balanço eletrolítico dietético (BED) sobre parâmetros ósseos e da cama de frangos. Foram utilizadas 960 aves de 7 a 21 dias e 816 aves de 22 a 38 dias de idade, no primeiro e segundo experimentos, respectivamente, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos, 200, 240, 280 e 320mEq/kg, e quatro repetições. A cama foi analisada quanto à umidade, pH, amônia volatilizada e densidade. O fêmur foi pesado e analisado quanto à densidade óssea, morfometria e índice peso/comprimento. O BED não afetou ($P>0,05$) o osso e nem o pH, amônia volatilizada e densidade das camas aos 21 dias, porém, houve efeito linear crescente ($P<0,02$) do BED sobre a umidade ($\hat{Y} = 24,10 + 2,19X$, $R^2=0,37$). Não houve efeito ($P>0,05$) de tratamentos sobre o pH e a amônia volatilizada da cama aos 38 dias de idade. O teor de umidade ($\hat{Y} = 35,01 + 3,30X$, $R^2=0,29$) e a densidade ($\hat{Y} = 194,17 + 31,12X$, $R^2=0,54$) da cama aumentaram ($P<0,03$) quando o valor de BED ultrapassou 280mEq/kg. Concluiu-se que dietas com BED de 200mEq/kg podem ser utilizadas para frangos de corte sem prejuízos para os parâmetros ósseos e da cama de frango avaliados.

Unitermos: densidade óssea, eletrólitos, equilíbrio ácido-base, frangos de corte

Abstract

Effect of the electrolyte balance in the ration on bone and poultry litter parameters. The effects of dietary electrolyte balance (DEB) on the femurs and litter of broilers were evaluated. Nine hundred and sixty birds from 7 to 21 days of age and eight hundred and sixteen birds from 22 to 38 days of age were used in the first and second experiments, respectively, distributed in a completely randomized design with four treatments (DEB: 200, 240, 280 and 320mEq/kg) and four replicates. Poultry litter was analyzed for moisture, pH, volatilized ammonia and bulk. Femurs were weighed and analyzed for bone density, morphometry and weight/length index. DEB did not affect ($P>0.05$) the bones at 21 and 38 days or the pH, volatilized ammonia or bulk of litters at 21 days, but there was a linear effect ($P<0.02$) of DEB on moisture ($\hat{Y} = 24.10 + 2.19X$, $R^2=0.37$). There was no effect ($P>0.05$) of the treatments on the pH or volatilized ammonia of litters at 38 days of age. However, the moisture ($\hat{Y} = 35.01 + 3.30X$, $R^2=0.29$) and bulk ($\hat{Y} = 194.17 + 31.12X$, $R^2=0.54$) of the litters increased ($P<0.03$) when the DEB value was higher than 280mEq/kg. It was concluded that diets with 200mEq/kg of DEB can be used for broilers with no negative effects on bone and poultry litter parameters.

Key words: acid-base balance, bone density, broilers, electrolytes

Introdução

O balanço eletrolítico da dieta (BED) de frangos de corte tem um importante papel não só na manutenção de um bom desempenho produtivo, mas também para bom desenvolvimento ósseo e da qualidade da cama de frango. Vários fatores interferem no BED, entre eles, a temperatura ambiente e a composição da dieta.

O BED é determinado pelos elementos químicos monovalentes (Na^+ , K^+ e Cl^-) que são também denominados de íons fortes pelo seu efeito no balanço ácido-base dos fluidos corporais (Hooge, 2003). Além disso, esses minerais são importantes para a síntese de proteínas teciduais, manutenção da homeostase intra- e extracelular e do potencial de membrana, em reações enzimáticas e na pressão osmótica (Borges et al., 2003a).

A temperatura alta no verão é um grande desafio para a indústria avícola, pois o calor reduz a ingestão de alimentos, o ganho de peso e o peso de carcaça além de aumentar a mortalidade (Teeter e Belay, 1996). O estresse calórico resulta em aumento da taxa respiratória, com perda excessiva de CO_2 e à alcalose respiratória, com elevação do pH sanguíneo (Borges et al., 2003b). Para corrigir o pH, as aves excretam, via rins, HCO_3^- , que é um íon carregado negativamente e que deverá se ligar a um íon carregado positivamente, como o Na^+ ou K^+ , para ser excretado na urina e, nessa situação, esses íons podem se tornar deficientes para as aves (Mushtaq et al., 2005).

O Na^+ e o Cl^- são nutrientes baratos, entretanto, devido à importância de seus efeitos metabólicos, é necessário fornecê-los em níveis adequados para que a ave possa apresentar ótimo crescimento e desenvolvimento ósseo e boa qualidade da cama (Murakami et al., 2001). O íon Cl^- tem efeito acidogênico e deve ser mantido em níveis exigidos, pois seu excesso pode causar problemas de pernas e de articulações em frangos (Ruíz-López e Austic, 1993; Hooge, 1998).

Aves têm exigência mínima para Na^+ , K^+ e Cl^- e esses eletrólitos monovalentes são fornecidos por ingredientes naturais e sais eletrolíticos. Eles têm papel importante na manutenção da homeostase ácido-base corporal (Leeson e Summers, 2001). O excesso de Na^+

e K^+ promove aumento na umidade da cama, que pode causar doenças e problemas de pernas quando a umidade é muito alta (Barros et al., 1998). Qualquer desequilíbrio entre esses minerais pode influenciar a incidência de problemas de pernas (Teeter e Belay, 1995).

O esqueleto contém 99% do cálcio corporal. Entretanto, o osso também contém substanciais quantidades de Na^+ , K^+ , Mg^{++} , citrato e carbonato. Esses minerais tamponantes estão disponíveis para trocas com o fluido extracelular (FEC). O FEC do osso também contém uma concentração de K^+ 25 vezes maior que a do FEC corporal, e é a principal fonte quando o corpo necessita de K^+ (Brown e Jaffe, 2000).

Os sais eletrolíticos também são responsáveis por alterações da umidade das excretas e da cama de frango. Ambos, o Na^+ e o K^+ causam aumento na excreção de água e aumento de problemas no manejo da cama de aviário (Hooge, 1995).

As informações na literatura sobre melhores valores de BED para ótimo desenvolvimento ósseo e qualidade da cama são escassas. Sendo assim, esse trabalho foi desenvolvido para avaliar o efeito de diferentes valores de BED sobre a densidade, morfometria e índice peso/comprimento do fêmur e sobre o teor de matéria seca, pH, amônia volatilizada e densidade da cama de frangos de corte no 21º e no 38º dia de criação, ao final das fases inicial e de crescimento, respectivamente.

Material e Métodos

Foram realizados dois experimentos nos meses de março e abril de 2007, em que no primeiro foram utilizadas aves de 7 a 21 dias e no segundo de 22 a 38 dias de idade. A temperatura e a umidade relativa do ar foram de 28,3°C e 79,8% e de 26,6°C e 89,4%, em média, no primeiro e no segundo período experimental, respectivamente.

No primeiro experimento, foram utilizados 960 pintos de corte machos com sete dias de idade e no segundo experimento foram utilizados 816 frangos de corte machos, com 22 dias de idade. As aves, nos dois experimentos, eram da linhagem Cobb 500 e foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente

ao acaso com quatro tratamentos, BED de 200, 240, 280 e 320mEq/kg de ração, e quatro repetições de 60 e de 51 aves cada no primeiro e no segundo experimentos, respectivamente.

Na formulação das dietas, isonutritivas e isoenergéticas, do primeiro (Tabela 1) e segundo (Tabela 2) experimentos, foram consideradas as recomendações nutricionais e a composição dos alimentos propostas por Rostagno et al. (2005). As dietas diferiam apenas pelo BE: 200; 240; 280 e 320mEq/kg. A relação eletrolítica ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$) nas dietas foi obtida pela adição de NaCl e NaHCO_3 , variando-se os teores de Na^+ e de Cl^- .

Amostras da cama foram coletadas quando as aves

completaram 21 e 38 dias de idade para análise de pH, amônia volatilizada (Oliveira et al., 2004) e densidade (Oliveira et al., 2002). Para a determinação de umidade, procedeu-se primeiro a análise de matéria seca (Silva e Queiroz, 2002) e, posteriormente, utilizou-se a fórmula: Umidade = 100 – matéria seca. Em cada boxe, foram coletadas três amostras de 250g, aproximadamente, em seis pontos diferentes, evitando-se as áreas próximas a comedouros e bebedouros.

Ao 21º e 38º dias de idade, foram retirados os dois fêmures de duas aves de cada repetição para pesagem e análise de densidade óssea, morfometria e do índice peso/comprimento (IPC) (Kocabagli, 2001).

TABELA 1: Composição das dietas experimentais, na fase inicial, fornecida a frangos de corte de um a 21 dias de idade.

Ingredientes	Balanço Eletrolítico mEq/kg			
	200	240	280	320
Milho	57,664	56,928	56,198	55,469
Farelo de soja	30,201	30,349	30,491	30,634
Protenose ¹	4,902	4,900	4,900	4,900
Fosfato bicálcico	1,826	1,828	1,831	1,833
Calcário calcítico	1,319	1,317	1,315	1,312
Óleo vegetal	0,557	0,808	1,056	1,303
Suplemento mineral e vitamínico ²	0,500	0,500	0,500	0,500
Cloreto de sódio (NaCl)	0,462	0,464	0,464	0,464
Bicarbonato de sódio (NaHCO_3)	0,000	0,340	0,681	1,023
L-Lisina HCL 78%	0,276	0,273	0,270	0,267
DL-Metionina 99%	0,196	0,196	0,197	0,198
L-Treonina 98%	0,097	0,097	0,097	0,096
Inerte	2,000	2,000	2,000	2,000
Total	100	100	100	100
<i>Composição nutricional calculada³</i>				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2,900	2,900	2,900	2,900
Proteína bruta (%)	22,00	22,00	22,00	22,00
Cálcio (%)	1,050	1,050	1,050	1,050
Fósforo disponível (%)	0,450	0,450	0,450	0,450
Sódio (%)	0,224	0,225	0,225	0,225
Cloro (%)	0,425	0,427	0,427	0,428
Potássio (%)	0,479	0,479	0,479	0,479
Lisina digestível (%)	1,180	1,180	1,180	1,180
Metionina digestível (%)	0,532	0,532	0,533	0,533
Metionina + cistina digestível (%)	0,832	0,832	0,832	0,832
Treonina digestível (%)	0,823	0,823	0,823	0,823

¹Protenose: Farelo de glúten de milho 60%. ²Níveis de garantia dos nutrientes utilizados: Mn 150.000mg, Zn 100.00mg, Fe 100.000mg, Cu 16.000mg, I 1.500mg, Vit A 8.000.000 UI, Vit D3 2.000.000 UI, Vit E 15.000 UI, Vit K 1.800mg, Vit B2 6.000mg, Vit B6 2.800mg, Vit B12 12.000mg, Niacina 40.000mg, Ac. Fólico 1.000mg, Ac. Pantotênico 15.000mg, Biotina 60mg, Se 300mg, Antioxidante 30g. ³De acordo com Rostagno et al. (2005).

TABELA 2: Composição das dietas experimentais, na fase crescimento, fornecida a frangos de corte de 22 a 38 dias de idade.

Ingredientes	Balanço Eletrolítico mEq/kg			
	200	240	280	320
Milho	66,738	66,716	66,693	66,671
Farelo de soja	21,902	21,905	21,908	21,911
Protenose ¹	6,407	6,406	6,409	6,410
Fosfato bicálcico	1,680	1,680	1,680	1,680
Calcário calcítico	0,920	0,920	0,920	0,920
Óleo vegetal	0,744	0,752	0,759	0,767
Suplemento mineral e vitamínico ²	0,500	0,500	0,500	0,500
NaCl	0,443	0,420	0,397	0,374
NaHCO ₃	0,031	0,066	0,100	0,134
DL-Metionina 99%	0,183	0,183	0,183	0,183
L-Lisina HCL	0,451	0,451	0,451	0,451
Total	100	100	100	100
<i>Composição nutricional calculada³</i>				
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.100	3.100	3.100	3.100
Proteína bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00
Cálcio (%)	0,837	0,837	0,837	0,837
Fósforo disponível (%)	0,416	0,418	0,418	0,418
Sódio (%)	0,208	0,208	0,208	0,208
Cloro (%)	0,400	0,386	0,372	0,358
Potássio (%)	0,596	0,596	0,596	0,596
Lisina digestível (%)	1,128	1,128	1,128	1,128
Metionina + cistina digestível (%)	0,791	0,791	0,791	0,791
Metionina digestível (%)	0,505	0,505	0,505	0,505
Treonina digestível (%)	0,650	0,650	0,650	0,650

¹Protenose: Farelo de glúten de milho 60%. ²Níveis de garantia dos nutrientes utilizados: Mn 150.000mg, Zn 100.00mg, Fe 100.000mg, Cu 16.000mg, I 1.500mg, Vit A 7.5000.00 UI, Vit D3 1.6000.000 UI, Vit E 14.000 UI, Vit K 1.700mg, Vit B1 1.700mg, Vit B2 5.800mg, Vit B6 2.500mg, Vit B12 11.000mg, Niacina 38.000mg, Ac. Fólico 1.000mg, Ac. Pantotênico 14.000mg, Biotina 58mg, Se 250mg, Antioxidante 30g. ³De acordo com Rostagno et al. (2005).

Os fêmures esquerdos foram limpos de tecidos aderentes e secos em estufa a 105°C por 24 horas. Posteriormente, foram pesados e medidos quanto ao comprimento e diâmetro. A densidade óssea foi realizada com proveta de 100 mL contendo 80 mL de álcool absoluto e a densidade da tíbia foi medida pela fórmula: $DO = PT / (VF - VI)$, em que: DO – densidade óssea (g/mL); PT – peso da tíbia (g); VI – volume de álcool absoluto utilizado (80mL); VF – volume final encontrado com a leitura (mL).

Os resultados foram submetidos à análise estatística e aplicada a regressão polinomial por meio do programa SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 2001).

Resultados e Discussão

Os diferentes balanços eletrolíticos não afetaram ($P > 0,05$) as características ósseas (Tabela 3) avaliadas, aos 21 e 38 dias de idade.

O osso funciona como um sistema tamponante para o controle ácido-base dos fluídos corporais. Dietas ácidas induzem a liberação de cátions (incluindo o cálcio) do osso para o sangue para corrigir seu pH. A acidose metabólica estimula primeiro a dissolução mineral e depois a reabsorção óssea mediada por células devido à maior excreção de cálcio pelos rins (Riond, 2001). Essa perda de cálcio resultaria em menor mineralização óssea e, conseqüentemente, menores peso, densidade e IPC. Entretanto, isso não foi observado nesse experimento, sugerindo que BED de 200mEq/kg não interferiu no metabolismo ósseo dos frangos até 38 dias de idade.

TABELA 3: Características de fêmures de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes valores de balanço eletrolítico.

Parâmetro	Balanço eletrolítico (mEq/kg)				CV (%)
	200	240	280	320	
<i>21 dias de idade</i>					
Peso (g)	2,97	2,89	2,92	2,82	6,22
Comprimento (mm)	48,23	48,06	48,41	48,00	1,62
Diâmetro (mm)	5,02	5,37	4,98	5,12	6,65
Densidade (g/mL)	1,12	1,05	1,11	1,07	4,56
Peso relativo (%)	0,35	0,32	0,33	0,33	1,66
IPC (mg/mL)	61,49	60,15	60,26	58,78	5,32
<i>38 dias de idade</i>					
Peso (g)	9,37	9,78	9,55	9,61	5,66
Comprimento (mm)	71,43	72,12	72,50	70,56	1,84
Diâmetro (mm)	8,87	8,87	8,68	8,56	4,53
Densidade (g/mL)	1,03	1,01	1,03	1,02	0,62
Peso relativo (%)	0,36	0,35	0,37	0,36	1,23
IPC (mg/mL)	131,04	135,55	131,61	135,98	4,61

CV = coeficiente de variação. IPC = índice peso/comprimento.

Segundo Tardin (1995), alto teor de Cl⁻ na dieta pode resultar em maior incidência de problemas de pernas, principalmente se os níveis de Na⁺ e K⁺ estiverem baixos. Excesso de Cl⁻ circulante promove aumento na concentração do íon H⁺ sanguíneo, o que caracteriza a acidose metabólica. Nesse caso, haveria aumento na excreção de cálcio pelos rins e nenhuma alteração na sua absorção no intestino. A grande maioria do cálcio corporal está contida na matriz mineral óssea sugerindo que o osso seja uma fonte para a aumentada excreção desse mineral pelos rins (Bushinsky, 2001). Lemann Jr e Adams (1979) utilizaram dietas ricas em NH₄Cl e NaHCO₃ em humanos e mediram a

excreção urinária de cálcio. Eles observaram que o NH₄Cl foi metabolizado em ácidos metabólicos aumentando a excreção renal de cálcio. Esses resultados concordam com os de Oliveira et al. (2003) e de Moghaddam et al. (2005) que estudaram valores de BED de 205 a 325 e de 187 a 284mEq/kg, respectivamente, e também não verificaram efeitos sobre os ossos de frangos de corte.

Os BED não influenciaram (P>0,05) os valores de pH, amônia volatilizada e densidade das camas de frangos (Tabela 4) aos 21 dias, porém, foi observado efeito linear (P<0,02) dos níveis de BED sobre o teor

TABELA 4: Qualidade da cama de frangos aos 21 e 38 dias de idade submetidos a dietas com diferentes valores de balanço eletrolítico.

Parâmetros	Balanço Eletrolítico (mEq/kg)				CV (%)
	200	240	280	320	
<i>21 dias de idade</i>					
pH	6,70	6,42	7,11	7,29	7,97
Amônia volatilizada (ppm)*	4,84	0,00	1,34	3,73	0,21
Umidade (%)	25,59	30,92	27,93	33,89	3,21
Densidade (g/L)	181,01	201,86	186,33	189,41	3,77
<i>38 dias de idade</i>					
pH	8,75	8,52	8,74	8,87	1,88
Amônia volatilizada (ppm)*	5,97	3,32	6,23	6,91	0,98
Umidade (%)	41,18	38,48	42,61	50,82	13,36
Densidade (g/L)	233,22	244,53	287,55	322,63	6,64

*CV = coeficiente de variação, calculado com média transformada em raiz de X+100.

de umidade ($Y = 24,10 + 2,19X$, $R^2 = 0,37$) em que aves que ingeriram dietas com 320mEq/kg tiveram camas mais úmidas em até 24,50% quando comparado com o menor valor de BED estudado.

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre pH e amônia volatilizada da cama de frangos aos 38 dias de idade, entretanto, o teor de umidade ($Y = 35,01 + 3,30X$, $R^2 = 0,45$) e a densidade ($Y = 194,17 + 31,12X$, $R^2 = 0,54$) da cama aumentou ($P < 0,03$) quando o valor de balanço eletrolítico ultrapassou 280mEq/kg, sendo os melhores valores de BED para estas variáveis os obtidos com as equações descritas acima.

O aumento no teor de umidade e na densidade das camas foi causado, provavelmente, pelo aumento no consumo de água devido ao aumento do BED e, quanto maior é a ingestão de água, maior será também sua excreção na cama resultando em camas mais úmidas e, conseqüentemente, com maior volume.

Sabe-se que a dissipação de cerca de 80% do calor produzido pela ave se dá por via evaporativa e, sendo assim, o aumento do consumo de água em aves submetidas a estresse calórico é importante e qualquer alteração dietética de Na^+ e K^+ irá aumentar o consumo de água e, conseqüentemente, a umidade e a densidade das camas. Borges (2001) também afirmou que o consumo de água depende do BED e que o aumento do consumo de água causado pelo aumento do BED é necessário para manter o balanço osmótico causado pela maior ingestão de Na^+ e K^+ uma vez que a pressão osmótica do sangue é um fator que regula a sede em aves. Daí a importância de se encontrar um ponto ótimo de BE que regule o consumo de água e mantenha a cama mais seca.

Problemas associados com cama úmida tais como aumento da umidade relativa do ar, aumentado peso e volume da cama que dificulta o manejo, espaço para armazenagem, maiores custos para remoção, desenvolvimento de moscas, maior volatilização de amônia, dermatites nos coxins plantares e queimaduras no peito das aves, doenças respiratórias, entre outros poderão ser evitados com o BED ótimo (Francesch e Brufal, 2004).

Esses resultados são semelhantes aos relatados por Oliveira et al. (2003), que ao avaliarem BED que

variaram de 205 a 325mEq/kg, notaram que houve aumento linear do teor de umidade da cama e por Borges et al. (1999) que, ao estudarem valores de BE variando de 0 a 360mEq/kg, verificaram que o teor de matéria seca diminuiu quando o maior valor foi utilizado, tanto aos 21 quanto aos 42 dias de idade. Vieites et al. (2005) estudaram dietas com 0 a 350mEq/kg e relataram que os melhores valores de BED para menor umidade de cama foram 138 e 147mEq/kg, que corresponderam a 26,17 e 26,57%, respectivamente para aves que consumiram dietas com diferentes teores de proteína bruta.

Concluiu-se que podem ser utilizadas dietas com balanço eletrolítico de 200mEq/kg para frangos de corte até 38 dias de idade sem efeitos negativos sobre a qualidade dos ossos e da cama de frango.

Referências

- Barros, J. M. S.; Gomes, P. C.; Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Rodrigues, M. P. 1998. Sodium requirements for broiler chickens at growing phase. **Anais da XXXV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Botucatu, Brasil, p.285-287.
- Borges, S. A. 2001. **Balanço eletrolítico e sua inter-relação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Brasil, 97pp.
- Borges, S. A.; Ariki, J.; Santin, E.; Fischer da Silva, A. V.; Maiokra, A. 1999. Balanço eletrolítico em dieta pré-inicial de frangos de corte durante o verão. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, **1** (3): 175-179.
- Borges, S. A.; Fischer da Silva, A. V.; Ariki, J.; Hooge, D. M. 2003a. Dietary electrolyte balance for broiler chickens exposed to thermoneutral or heat-stress environments. **Poultry Science**, **82** (3): 428-435.
- Borges, S. A.; Fischer da Silva, A. V.; Ariki, J.; Hooge, D. M.; Cummings, K. R. 2003b. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient temperatures and relative humidities. **Poultry Science**, **82** (2): 301-308.
- Brown, S. E.; Jaffe, R. 2000. Acid-alkaline balance and its effect on bone health. **International Journal of Integrative Medicine**, **2** (1): 7-15.
- Bushinsky, D. A. 2001. Acid-base imbalance and the skeleton. **European Journal of Nutrition**, **40** (5): 238-244.
- Francesch, M.; Brufau, J. 2004. Nutritional factors affecting excreta/litter moisture and quality. **World's Poultry Science Journal**, **60** (1): 64-75.
- Hooge, D. M. 1995. Dietary electrolytes influence metabolic processes of poultry. **Feedstuffs**, **12** (1): 14-21.
- Hooge, D. M. 1998. Electrolyte balance in turkeys layers examined. **Feedstuffs**, **4** (1): 17-19.

- Hooge, D. M. 2003. Practicabilities of using dietary sodium and potassium supplements to improve poultry performance. **Proceedings of Arkansas Nutrition Conference**, Fayetteville, USA, p.19.
- Kocabagli, N. 2001. The effect of dietary phytase supplementation at different levels on tibial bone characteristics and strength in broilers. **Turkish Journal of Veterinary Science**, **25** (5): 797-802.
- Leeson, S.; Summers, J. D. 2001. **Nutrition of the chicken**. 4th ed., University Books, Guelph, Canada, 591pp.
- Lemann Jr, J.; Adams N. D.; Gray, R. W. 1979. Urinary calcium excretion in human beings. **New England Journal of Medicine**, **301** (10): 535-541.
- Moghaddam, H. N.; Janmohammadi, H.; Najafabadi, H. J. 2005. The effect of dietary electrolyte balance on growth, tibia ash and some blood serum electrolytes in young pullets. **International Journal of Poultry Science**, **4** (7): 493-496.
- Murakami, A. E.; Rondón, E. O. O.; Martins, E. N.; Pereira, M. S.; Scapinello, C. 2001. Sodium and chloride requirements of growing broiler chickens (twenty-one to forty-two days of age) fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, **80** (3):289-294.
- Mushtaq, T.; Sarwar, M.; Nawaz, H.; Mirza, M. A.; Ahmad, T. 2005. Effect and interactions of dietary sodium and chloride on broiler starter performance (hatching to twenty-eight days of age) under subtropical summer conditions. **Poultry Science**, **84** (11): 1716-1722.
- Oliveira, E. C.; Murakami, A. E.; Franco, J. R. G.; Cella, P. S.; Souza, L. M. G. 2003. Efeito do balanço eletrolítico e subprodutos avícolas no desempenho de frangos de corte na fase inicial (1-21 dias de idade). **Acta Scientiarum – Animal Science**, **25** (2): 293-299.
- Oliveira, M. C.; Ferreira, H. A.; Cancherini, L. C. 2004. Efeito de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, **56** (4): 536-541.
- Oliveira, M. C.; Goulart, R. B.; Silva, J. C. N. 2002. Efeito de duas densidades e dois tipos de cama sobre a umidade da cama e a incidência de lesões na carcaça de frango de corte. **Ciência Animal Brasileira**, **3** (1): 7-12.
- Riond, J. L. 2001. Animal nutrition and acid-base balance. **European Journal of Nutrition**, **40** (5) : 245-254.
- Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T. ; Donzele, J. L. ; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. L. T. 2005. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2^a ed. Editora Universitária, Viçosa, Brasil, 186pp.
- Ruíz-Lopez, B.; Austic, R. E. 1993. The effect of selected minerals on the acid-base balance of growing chicks. **Poultry Science**, **72** (7): 1054-1062, 1993.
- Silva, D. J.; Queiroz, C. A. 2002. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3^a ed. Editora Universitária, Viçosa, Brasil, 235pp.
- Tardin, A. C. 1995. Visão nutricional dos problemas locomotores em frangos de corte. **Anais da Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**, Campinas, Brasil, p.71-83.
- Teeter, R. G.; Belay, T. 1995. **Potassium's evolving role in poultry electrolyte nutrition**. IMC-Agrico Feed Ingredients, Bannockburn, USA, 50pp.
- Teeter, R. G.; Belay, T. 1996. Broiler management during acute heat stress. **Animal Feed Science and Technology**, **58** (1): 127-142.
- Universidade Federal de Viçosa – UFV. 2001. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG. Manual do Usuário**. Editora Universitária, Viçosa, Brasil, 301pp.
- Vieites, F. M.; Moraes, G. H. K.; Albino, L. F. T.; Rostagno, H. S.; Atencio, A.; Vargas Jr., J. G. 2005. Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a umidade da cama de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, **34** (6): 1990-1999.