

Densidade óssea de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio durante a fase final de criação

Cristiane Soares da Silva Araújo¹, Silvana Martinez Baraldi Artoni², Lúcio Francelino Araújo^{3*}, Otto Mack Junqueira¹, Mário Jefferson Quirino Louzada⁴ e Daniela Oliveira⁵

¹Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". ³Departamento de Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Av. Duque de Caxias Norte, 225, 13635-900, Jardim Elite, Pirassununga, São Paulo, Brasil. ⁴Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Araçatuba, São Paulo, Brasil. ⁵Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, Pernambuco, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: lfaraújo@usp.br

RESUMO. Dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes níveis de aminoácidos e de cálcio sobre características ósseas de duas linhagens de frangos de corte (Avian Farms e Cobb) de 42 a 49 dias de idade. Ao final de cada experimento, foram abatidas duas aves de cada repetição para coleta das tíbias para análise das características ósseas: medidas ósseas (peso, comprimento, espessura da camada compacta e esponjosa da tíbia) e a densidade óssea (densitometria óssea). Em cada experimento foram utilizadas 540 aves, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2, ou seja, três níveis de aminoácidos (metionina, lisina e treonina - 100%, 125% e 150% NRC,1994) e dois níveis de cálcio (75% e 100% NRC,1994), com 30 aves por repetição. Não foram encontradas interações entre os dois fatores estudados. Os níveis de aminoácidos ou de cálcio não afetaram a densidade óssea e as variáveis da tíbia em ambas as linhagens.

Palavras chave: densitometria óptica radiográfica, morfometria óssea, tíbia.

ABSTRACT. Bone density of broiler chickens fed diets with different amino acid and calcium levels during the final phase. Two experiments were carried out aiming at evaluating the effects of different dietary amino acid and calcium profiles on bone characteristics of two chicken strains (Avian Farms and Cobb) from 42 to 49 days of age. At the end of each experiment, two chickens of each replication were sacrificed and their tibiae were collected for analysis of bone characteristics: bone measurements (weight, length and thickness of the compact and spongy layers) and bone density (bone density). A total of 540 birds were used in each experiment, divided into fully randomized blocks with a 3 x 2 factorial scheme, that is, three amino acid profiles (methionine, lysine and threonine - 100%, 125% and 150% of NRC recommendations, 1994) and two calcium levels (75% and 100% of NRC recommendations, 1994), with 30 birds per replication. There were not interactions between the two factors. The amino acid or calcium levels did not affect bone density and tibia variables in both strains.

Key words: radiographic density optical, bone morphometry, tibia.

Introdução

As fontes comerciais de aminoácidos sintéticos representam um marco da moderna biotecnologia e engenharia química, as quais abriram as portas a novas perspectivas para a indústria avícola, principalmente quando se observa sua importância nutricional na melhoria trazida dentro do processo produtivo (Fischer, 1994).

Quando se formulam dietas com aminoácidos sintéticos, que são presumivelmente disponíveis para

absorção, pequenas variações de seus níveis podem causar efeitos na eficiência alimentar e principalmente no consumo de ração. Além disso, o excesso de aminoácidos pode estar relacionado com o problema de pernas que causa redução no crescimento e alta morbidez, constituindo-se em uma das grandes preocupações da avicultura de corte em todo o mundo pelos prejuízos apresentados. Desta maneira, deve-se ressaltar a importância de se atentar para os níveis de aminoácidos utilizados nas dietas para frangos de corte.

O problema de pernas é uma combinação de

fraqueza nas pernas e/ou claudicação, que pode ser definido como alguma alteração no padrão normal de movimentação (Rowland, 1988). Desordens de origem não infecciosas do sistema musculoesquelético são importante fator associado a esse problema que acomete os frangos de corte. As anormalidades das pernas podem resultar em perdas de 0,5% a 5% do plantel durante a fase de crescimento e no que se refere ao descarte de carcaças (Hester, 1994).

A estrutura óssea está intimamente relacionada com esse problema: portanto, o conhecimento da estrutura básica e o crescimento normal dos ossos auxiliam no entendimento de como os problemas de pernas desenvolvem-se nos frangos de corte. De acordo com Howlet (1980), o crescimento dos ossos longos é um processo que envolve, ao mesmo tempo, o crescimento da epífise, sendo radial e acompanhado por ossificação endocondral, e da diáfise, que é intramembranosa por aposição do tecido ósseo do perioste e endocondral por atividade osteogênica do disco epifisário.

O osso constitui-se de 22% de matriz orgânica, 9% de água e 69% de materiais inorgânicos. A matriz orgânica (osteóide) tem como componente predominante o colágeno (90%), que participa no processo de mineralização óssea. Os outros 10% correspondem à substância amorfa (Banks, 1991). Segundo Elkin (1978), a incidência de anomalias de pernas em frangos de corte estaria relacionada com uma desordem na matriz orgânica do osso, em que as propriedades físicas do colágeno provavelmente estariam alteradas.

Trabalhando com frangos de corte, Skinner *et al.* (1991) observaram que ao aumentar os níveis de aminoácidos totais 20% acima das exigências da ave houve uma redução significativa da mineralização da tíbia nas aves que consumiram dietas com 0,5% e 1% de cálcio.

Vários pesquisadores têm verificado que os níveis de aminoácidos e de cálcio da dieta podem estar relacionados com as anormalidades de pernas. Whitthead (1992) afirma que o aumento no nível protéico da dieta eleva a incidência de perose em aves e que erros de manipulação dos níveis de proteína ou de aminoácidos, com a adição de somente 1,5 g de lisina por kg, em dietas à base de milho e soja, propiciam o desenvolvimento de anormalidades. Hulan *et al.* (1980) reportaram uma diminuição na incidência de anormalidades das pernas quando as aves consumiram dietas com baixa proteína. Hester *et al.* (1985), contudo, mostraram que a diminuição dos níveis de lisina e metionina+cistina de dietas a 90% das recomendações propostas pelo NRC (1984) não resultou em redução significativa das anormalidades das pernas.

Stevens e Salmon (1988) notaram um aumento na incidência de rotação da tíbia com o aumento do nível protéico da dieta em aves. A excreção de cálcio urinário pode estar aumentada quando dietas de alto nível

protéico são utilizadas apresentando um balanço negativo desse mineral. Dietas com altos níveis de aminoácidos diminuem a taxa de calcificação dos ossos das aves, sendo que esse efeito não é observado quando os níveis de cálcio e fósforo da dieta são adequados (Skinner *et al.*, 1991).

Com base nas considerações expostas, o objetivo do presente estudo foi analisar as características ósseas pela determinação da densidade óssea e da avaliação morfométrica da tíbia de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e de cálcio.

Material e métodos

Foram realizados dois experimentos com duas linhagens de frangos de corte. Utilizaram-se 540 aves Cobb no primeiro experimento e Avian Farms no segundo, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 3x2, ou seja, três níveis de aminoácidos (100%, 125% e 150% das recomendações do NRC, 1994) e dois níveis de cálcio (75% e 100% das recomendações do NRC, 1994). O número de repetições adotado foi três, havendo em cada unidade experimental 30 aves.

No início de cada experimento, as aves foram pesadas, selecionadas e distribuídas ao acaso entre as parcelas. Em seguida, as mesmas receberam água e alimentação à vontade.

Os galpões utilizados foram do tipo convencional, nos quais os boxes tiveram como cama a maravalha e foram equipados, durante as fases iniciais, com lâmpada infravermelha para aquecimento dos pintinhos, comedouros tipo tubular infantil e bebedouros de pressão. A substituição dos equipamentos infantis ocorreu a partir do 5º dia de idade, sendo no 3º dia introduzidos, concomitante, os equipamentos para aves adultas. O controle do aquecimento, bem como o manejo das cortinas, se realizou de acordo com a necessidade das aves. O programa de luz adotado foi o de 24 horas de iluminação em todas as fases de criação. As aves foram vacinadas no incubatório contra marec e durante o experimento foram imunizadas contra newcastle e gumboro via água de bebida.

As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, sendo que a dieta basal apresentou os níveis de aminoácidos e de cálcio estabelecidos pelo NRC (1994). As variáveis da dieta foram os níveis de aminoácidos e de cálcio (Tabela 1).

Desta maneira, com base no arranjo fatorial descrito anteriormente, pode-se assim descrever os tratamentos estudados:

Tratamento 1	100% das recomendações NRC (1994) de aminoácidos 100% das recomendações NRC (1994) de cálcio
Tratamento 2	125% das recomendações NRC (1994) de aminoácidos

	100% das recomendações NRC (1994) de cálcio
Tratamento 3	150% das recomendações NRC (1994) de aminoácidos
	100% das recomendações NRC (1994) de cálcio
Tratamento 4	100% das recomendações NRC (1994) de aminoácidos
	75% das recomendações NRC (1994) de cálcio
Tratamento 5	125% das recomendações NRC (1994) de aminoácidos
	75% das recomendações NRC (1994) de cálcio
Tratamento 6	150% das recomendações NRC (1994) de aminoácidos
	75% das recomendações NRC (1994) de cálcio

Tabela 1. Composição percentual das dietas experimentais de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de aminoácidos e cálcio de 42 a 49 dias de idade.

Table 1. Percent composition of the experimental diets for broiler chickens submitted to different dietary amino acid and calcium levels of the 42 to 49 days of age.

Ingredientes Ingredients	Rações experimentais Experimental diets					
	100%AA 100%Ca	125%A A	150%A A	100%A A	125%A A	150%A A
Milho moido Corn	63,16	63,16	63,16	63,68	63,68	63,68
Farelo de soja Soybean meal	28,	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
Óleo de soja Soybean oil	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45
Fosfato bicalcico Dicalcium phosphate	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Calcário calcítico Limestone	1,16	1,16	1,16	0,64	0,64	0,64
Sal Sodium chloride	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
DL-Metionina Methionine	0,03	0,28	0,53	0,03	0,28	0,53
L-Lisina Lysine	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
L-Treonina Threonine	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
Supl. vit.+minerais* Vitamin/mineral mix	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Inerte Inert	1,50	0,75	0,00	1,50	0,75	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Análise Calculada Calculated Composition						
EM (kcal/kg) Metabolizable energy	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
PB (%) Crude protein (%)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Ca (%) Calcium (%)	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60
Pdisp(%) Available phosphorus (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Met (%) Methionine(%)	0,32	0,40	0,48	0,32	0,40	0,48
Met+Cist(%) Met + Cys (%)	0,62	0,77	0,93	0,62	0,77	0,93
Lis(%) Lysine (%)	0,90	1,12	1,35	0,90	1,12	1,35
Tre(%) Threonine (%)	0,70	0,87	1,05	0,70	0,87	1,05

*Composição por kg de produto (composition per kg product): vit. A (UI): 300.000, vit. D₃ (UI): 50.000, vit. E (mg): 200, vit. K (mg): 98, vit. B₁ (mg): 400, vit. B₂ (mg): 350, vit. B₁₂ (mcg): 1.000, ac. pantotênico (panthotenic acid) (mg): 2.000, niacina (niacin) (mg): 20.000, colina (choline) (mg): 50.000, ac. fólico (folic acid) (mg): 50, promotor crescimento (Growth promoter) (mg): 3.000, Cu (mg): 15.000, I (mg): 250, Se (mg): 50, Mn (mg): 24.000, Zn (mg): 20.000, Fe (mg): 10.000, antioxidante (antioxidant) (mg): 125 e veículo (vehicle) q. s. p. (g): 1.000.

Ao final de cada experimento, duas aves foram abatidas para a retirada das tíbias. Procedeu-se, então, à remoção da parte muscular e, desta maneira, as tíbias foram tomadas para avaliação das medidas ósseas. Após a pesagem e medição das tíbias, realizou-se um corte sagital mediano nesses ossos para a realização das medidas de espessura da camada compacta e esponjosa, as quais foram feitas com o auxílio de um

paquímetro. Tomou-se como padrão de medidas para a camada compacta o terço médio da diáfise e para a camada esponjosa o valor médio entre as epífises proximal e distal.

A análise densitométrica ocorreu na Faculdade de Medicina Veterinária e no setor de Radiologia da Faculdade de Odontologia (Unesp) Araçatuba, Estado de São Paulo. Para a obtenção das imagens radiográficas foram utilizados procedimentos radiológicos de rotina. As tíbias foram radiografadas juntamente com o referencial de densidade. Esse referencial foi um penetrômetro ou escada de alumínio (liga 6063, ABNT) de 12 degraus (0,5 mm de espessura para o primeiro degrau), variando de 0,5 em 0,5 mm até o décimo; o décimo primeiro com 6,0 mm de espessura; o décimo segundo com 8,0 mm de espessura; cada degrau com (5x25 mm² de área).

As leituras densitométricas foram realizadas após a digitalização das imagens radiográficas em “scanner” apropriado para esse tipo de material, e o armazenamento das mesmas em um microcomputador. Um programa computacional recapturou essas imagens e com o auxílio do mouse selecionou-se o terço médio da tíbia em que foram feitas as análises. Determinada a região, o programa procedeu às leituras dos dados, fornecendo os valores de densidade óptica e expressando-os em níveis de cinza (até 256). Os valores de densidade óptica obtidos em todas as radiografias das imagens ósseas e do penetrômetro de alumínio foram armazenados no microcomputador e processados para as análises pertinentes. Os valores densitométricos obtidos pelo “scanner” foram convertidos para valores em espessura através do computador, utilizando a metodologia descrita por Louzada (1994).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa ESTAT - Sistema de Análises Estatísticas, desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas da Unesp/FCAVJ, (ESTAT, 1992). O teste utilizado para a comparação de médias foi o de Tukey a 5%.

Resultados

A análise de variância apontou que o excesso de aminoácidos, assim como a diminuição do nível de cálcio, não prejudicaram ($p>0,05$) a densidade óssea em nenhuma das linhagens estudadas (Tabelas 2 e 3). Além disso, não foram encontradas interações significativas entre os fatores analisados.

Tabela 2. Densidade óssea (expressa em mm de alumínio equivalente) em frangos de corte da linhagem Cobb alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio aos 49 dias de idade (Experimento 1)

Table 2. Bone density (expressed as mm of aluminium equivalents) of broilers of the Cobb strain fed different amino acid and calcium levels at 49 days of age (Experiment 1)

Cálcio (%) Calcium (%)	Aminoácidos (%) Amino acids (%)			Média Mean
	100	125	150	
75	2,48	2,38	2,86	2,58 a
100	2,71	2,66	2,94	2,77 a
Média Mean (CV= 13,09)	2,60 A	2,52 A	2,90 A	

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na mesma linha, ou minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). CV= Coeficiente de variação (%)

Means followed by the same capital letter, along the same line, or lower case, along the same column, did not differ significantly from one another by the Tukey test ($P > 0,05$).

Tabela 3. Densidade óssea (expressa em mm de alumínio equivalente) em frangos de corte da linhagem Avian Farms alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio aos 49 dias de idade (Experimento 2).**Table 3.** Bone density (expressed as mm of aluminium equivalents) of broilers of the Avian Farms strain fed different amino acid and calcium levels at 49 days of age (Experiment 2).

Cálcio (%) Calcium (%)	Aminoácidos (%) Amino acids (%)			Média Mean
	100	125	150	
75	2,48	1,94	2,95	2,46 a
100	2,59	2,80	2,84	2,74 a
Média Mean (CV= 16,42)	2,54 A	2,37 A	2,89 A	

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na mesma linha, ou minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). CV= Coeficiente de variação (%)

Means followed by the same capital letter, along the same line, or lower case, along the same column, did not differ significantly from one another by the Tukey test ($P > 0,05$).

À semelhança do que ocorrera com a densidade óssea, o nível de aminoácidos e de cálcio não influenciaram ($p>0,05$) o comprimento, o peso, a espessura da camada compacta e esponjosa da tíbia das aves destas linhagens (Tabelas 4 e 5). Além disso, observou-se interação ($p<0,05$) entre os fatores estudados para a espessura da camada esponjosa. Foi possível constatar que a camada esponjosa foi mais espessa quando o nível de aminoácido e o de cálcio estiveram a 100% das recomendações do NRC, (1994).

Tabela 4. Comprimento, peso e espessura da camada compacta e esponjosa da tíbia, em frangos de corte da linhagem Cobb alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio aos 49 dias de idade (Experimento 1).**Table 4.** Length, weight and thickness of the compact and spongy layers of the tibia of broiler of the Cobb strain fed different amino acid and calcium levels at 49 days of age. (Experimento 1).

Característica Characteristic	Cálcio (%) Calcium (%)	Aminoácidos (%) Amino acids (%)			Média Mean
		100	125	150	
Comprimento Tíbia (cm) Length Tibia (cm)	75 100 Média Mean (CV= 6,64)	11,30 11,25 11,27 A	11,27 11,23 11,25 A	11,72 12,38 12,05 A	11,43 a 11,62 a
Peso Tibia (g) Weight Tibia(g)	75 100	20,00 21,24	19,76 21,75	21,19 21,66	20,62 a 21,55 a

	Média Mean (CV=6,34)	20,57 A	20,75 A	21,93 A	
Espessura Camada Compacta (mm) Compact Layer Thickness (mm)	75 100 Média Mean (CV=17,40)	1,87 1,79 1,83 A	1,87 2,25 2,06 A	2,00 1,87 1,93 A	1,91 a 1,97 a
Espessura Camada Esponjosa (mm) Spongy Layer Thickness (mm)	75 100 Média Mean (CV=5,23)	15,33 Ba 17,66 Aa 16,50 A	15,58 Aa 15,41 Ab 15,50 A	17,00 Aa 16,50 Aab 16,75 A	15,97 a 16,53 a

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na mesma linha, ou minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). CV= Coeficiente de variação (%)

Means followed by the same capital letter, along the same line, or lower case, along the same column, did not differ significantly from one another by the Tukey test ($P > 0,05$).

Tabela 5. Comprimento, peso e espessura da camada compacta e esponjosa da tíbia, em frangos de corte da linhagem Avian Farms alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio durante aos 49 dias de idade (Experimento 2).**Table 5.** Length, weight and thickness of the compact and spongy layers of the tibia of broiler of the Avian Farms strain fed different amino acid and calcium levels at 49 days of age. (Experimento 2).

Características Characteristics	Cálcio (%) Calcium (%)	Aminoácidos (%) Amino Acids (%)			Média Mean
		100	125	150	
Comprimento Tíbia (cm) Length Tibia (cm)	75 100 Média Mean (CV= 3,27)	11,18 11,25 11,22 A	11,18 11,98 11,08 A	11,17 11,20 11,18 A	11,18 a 11,14 a
Peso Tibia (g) Weight Tibia (g)	75 100 Média Mean (CV=13,28)	22,17 21,78 21,98 A	22,17 23,37 22,76 A	21,19 20,78 20,98 A	21,84 a 21,97 a
Espessura Camada Compacta (mm) Compact Layer Thickness (mm)	75 100 Média Mean (CV=21,42)	1,92 1,62 1,77 A	1,92 2,00 1,96 A	1,62 1,37 1,50 A	1,82 a 1,66 a
Espessura Camada Esponjosa (mm) Spongy Layer Thickness (mm)	75 100 Média Mean (CV=13,41)	15,00 17,00 16,00 A	15,00 16,42 15,71 A	18,00 15,75 16,89 A	16,00 a 16,42 a

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na mesma linha, ou minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). CV= Coeficiente de variação (%)

Means followed by the same capital letter, along the same line, or lower case, along the same column, did not differ significantly from one another by the Tukey test ($P > 0,05$).

Discussão

De acordo com os resultados observados anteriormente, é provável que o nível mais baixo de cálcio, nessa fase de criação, já não afete mais as características ósseas como na fase inicial, em que o frango de corte tem elevado crescimento e necessita de maior aporte deste mineral. Esse fato pôde ser observado no trabalho de Araújo (2001), que durante a fase inicial utilizou os mesmos fatores estudados e as mesmas linhagens e observou diminuição da densidade óssea para a linhagem Cobb que consumiram dieta com nível marginal de cálcio. Por outro lado, os níveis crescentes de aminoácidos não afetaram essa característica em nenhuma das linhagens. Resultados semelhantes foram encontrados

por Yalçin *et al.* (1998) com dietas contendo alto, médio e baixo nível de proteína verificando que a densidade óssea não foi influenciada pela proteína da dieta.

Ao estudarem o desenvolvimento ósseo de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e de cálcio, cujas recomendações foram, respectivamente, 80%, 100% e 120% e 50%, 100% e 150% do NRC (1984), Sekine *et al.* (1994) notaram interação entre os fatores avaliados para densidade óssea. Dietas contendo 150% das recomendações de cálcio não promoveram maior resistência à quebra da tibia quando comparadas às rações com 120% de aminoácidos. Ademais, os níveis de cálcio afetaram o crescimento longitudinal da tibia e promoveram a calcificação óssea. Por outro lado, os aminoácidos atuaram sobre o crescimento transversal e facilitaram a formação da matriz óssea e a calcificação. Hocking *et al.* (2002) trabalharam com níveis crescentes de cálcio para perus (6, 10, 14 e 18 g/kg) e verificaram elevação da densidade tibial com o incremento de cálcio na dieta.

No que se refere ao estudo morfométrico da tibia, embora avaliando outras características ósseas, os resultados encontrados por Scheideler *et al.* (1995) que, ao trabalharem com dois níveis de cálcio (85% e 100% das recomendações) notaram não haver efeito desses níveis sobre a incidência de anormalidades das pernas e nem tampouco sobre a porcentagem de cinzas ósseas. Hocking *et al.* (2002), contudo, relataram haver aumento na espessura da córtex da tibia em perus quando se elevaram os níveis de cálcio da dieta.

Avaliando o desenvolvimento ósseo em frangos de corte, Skinner *et al.* (1991), ao estudarem diferentes níveis de aminoácidos (80%, 90%, 100%, 110% e 120%) e de cálcio (0,5 e 1%), constataram que o peso da tibia foi afetado pelos níveis de cálcio e houve interação entre as variáveis avaliadas para esta medida. Assim sendo, quando as aves consumiram 1% de cálcio na dieta, o peso da tibia aumentou à medida que houve uma diminuição dos níveis de aminoácidos. No entanto, nas dietas com 0,5% de cálcio com a elevação dos níveis de aminoácidos, não houve aumento do peso da tibia.

Conclusão

Nas condições em que se realizaram os experimentos, pôde-se observar que os diferentes níveis de aminoácidos e de cálcio utilizados não prejudicaram a densidade óssea e nem as características morfométricas da tibia para ambas as linhagens de frangos de corte durante a fase final de criação.

O excesso de aminoácidos, entretanto, não deve ser utilizado, uma vez que incrementou os custos de

produção e não trouxe melhoria aos parâmetros avaliados.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), Brasil (Processo 98/15958-3).

Referências

- ARAUJO, C.S.S. *Diferentes níveis de aminoácidos e de cálcio sobre o desempenho, avaliação da carcaça e características ósseas de frangos de corte*. 2001. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.
- BANKS, W.J. Tecidos de sustentação - osso. In: BANKS, W.J. (Ed.). *Histologia veterinária*. 2. ed. São Paulo: Manole, 1991. p. 137-165.
- ELKIN, R. J. *et al.* Investigations of leg abnormalities in chicks consuming high tannin sorghum grain diets. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 55, p. 2479-2480, 1978.
- ESTAT 2.0 – Sistema de análise estatística. Jaboticabal: Pólo Computacional – Departamento de Ciências Exatas – Unesp, 1992.
- FISCHER, C. Use of amino acids to improve carcass quality of broilers. *Feed Mix*, Doetinchen, v. 2, n. 4, p. 17-20, 1994.
- HESTER, P.Y. *et al.* The effect of lighting, dietary aminoacids and litter on the incidence of leg abnormalities and performance of turkey toms. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 64, p. 2062-2075, 1985.
- HESTER, P.Y. The role environment and management on leg abnormalities in meat-type fowl. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 73, p. 904-915, 1994.
- HOCKING, P.M. *et al.* Role dietary and calcium and available phosphorus in the aetiology of tibial dyschondroplasia in growing turkeys. *Br. Poult. Sci.*, Basingstoke, v. 43, p. 432-441, 2002.
- HOWLET, C.R. The fine structure of the proximal growth plate metaphysis of the avian tibia: endochondral osteogenesis. *J. Anat.*, Cambridge, v. 130, n. 4, p. 745-768, 1980.
- HULAN, H.W. *et al.* Influence of genotype and diet on general performance and incidence of leg abnormalities of commercial broilers reared to roaster weight. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 59, p. 748-757, 1980.
- LOUZADA, M.J.Q. *Otimização da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas de peças ósseas. Estudo "In Vitro"*. 1994. Tese (Doutorado)-Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual Paulista, Campinas, 1994.
- NRC-NATIONAL RESERARCH COUNCIL. Nutrient requirements of poultry. 8th revised ed. Washington, D.C.: Natl. Acad. Press, 1984.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of poultry. 9th revised ed. Washington, D.C.: Natl. Acad. Press, 1994.
- ROWLAND, G.N. Leg problems in broilers and broiler

breeders (skeletal system). *Ind. Riv.*, Breeder update, v. 4, n. 1, 1988.

SCHEIDELER, S.E. *et al.* Dietary calcium and phosphorus effects on broiler performance and the incidence of sudden death syndrome mortality. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 74, p. 2011-2018, 1995.

SEKINE, T. *et al.* Influence of dietary amino acids and calcium-available phosphorus on bone development of female broiler chicks. *Anim. Sci. Technol.*, Tokyo, v. 65, p. 999-1007, 1994.

SKINNER, J.T. *et al.* Effects of dietary amino acid levels on bone development in broilers chickens. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 70, p. 941-46, 1991.

STEVENS, V.I.; SALMON, R.E. Effects of dietary protein on leg disorders in turkeys. *Nut. Rep. Int.*, Stoneham, v. 38, p. 915-925, 1988.

WHITEHEAD, C.C. Bone biology and skeletal disorders in poultry. Carfax, p. 374, 1992.

YALÇIN, S. *et al.* Influence of dietary protein and sex on walking ability and bone parameters of broilers. *Br. Poult. Sci.*, Basingstoke, v. 39, p. 251-256, 1998.

Received on August 08, 2005.

Accepted on March 29, 2006.