



Acta Scientiarum. Animal Sciences

ISSN: 1806-2636

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá  
Brasil

de Oliveira, Maria Cristina; Marques, Rafael Henrique; Gravena, Rodrigo Antônio; Giusti Bruno, Luis Daniel; Aparecida Rodrigues, Eliana; Barbosa de Moraes, Vera Maria  
Qualidade óssea de frangos alimentados com dietas com fitase e níveis reduzidos de fósforo  
disponível

Acta Scientiarum. Animal Sciences, vol. 30, núm. 3, 2008, pp. 263-268  
Universidade Estadual de Maringá  
.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126493001>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## Qualidade óssea de frangos alimentados com dietas com fitase e níveis reduzidos de fósforo disponível

**Maria Cristina de Oliveira<sup>1\*</sup>, Rafael Henrique Marques<sup>2</sup>, Rodrigo Antônio Gravena<sup>2</sup>, Luis Daniel Giusti Bruno<sup>3</sup>, Eliana Aparecida Rodrigues<sup>4</sup> e Vera Maria Barbosa de Moraes<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Rio Verde, Fazenda Fontes do Saber, Cx. Postal 244, 75901-970, Rio Verde, Goiás, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. <sup>3</sup>Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. <sup>4</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: cristina@fesuv.br

**RESUMO.** Avaliou-se teor de minerais, densidade, peso, morfometria e resistência à quebra de tíbias de frangos alimentados com dietas contendo fitase e níveis reduzidos de fósforo disponível (Pd). O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3, com dois níveis de fitase (0 e 25 UFT kg<sup>-1</sup>) e três níveis de Pd (100, 85 e 70% das exigências), totalizando seis tratamentos e cinco repetições. Não houve efeito dos níveis de Pd e/ou fitase sobre os teores de fósforo e de matéria mineral, peso, comprimento e diâmetro. A interação Pd x fitase foi significativa para teor de Ca, que foi menor nas tíbias das aves que consumiram dietas com 70% de Pd sem fitase. A densidade da epífise proximal diminuiu pela redução de Pd e aumentou com a inclusão da fitase na dieta. Houve efeito da interação Pd x fitase para densidades da diáfise, epífise distal e média. A resistência óssea diminuiu em aves alimentadas com dietas com 70% das exigências de Pd. Podem-se adotar dietas com 85% das exigências de Pd, suplementadas com 25 UFT kg<sup>-1</sup> de fitase, sem efeitos negativos sobre a qualidade óssea.

**Palavras-chave:** densidade óssea, mineralização óssea, resistência à quebra.

**ABSTRACT. Bone quality of broilers fed diets with phytase and reduced levels of available phosphorus.** This study evaluated the mineral content, density, weight, morphometry and breaking strength of the tibia in broilers fed diets containing phytase and reduced levels available phosphorus (aP). The experimental design was completely randomized with a 2 x 3 factorial scheme, with two phytase levels (0 and 25 FTU kg<sup>-1</sup>) and three aP levels (100, 85 and 70% of the requirements), in a total of six treatments and five replicates. There were no effects of aP levels and/or phytase on phosphorus and ash levels, weight, length and diameter. Interaction of aP x phytase was significant to Ca content, which was lower in the tibia of birds fed diets with 70% aP and no phytase. Proximal epiphysis density decreased due to the reduction of aP and increased with phytase inclusion in the diet. There was an effect of the aP x phytase interaction for diaphysis, distal epiphysis and mean densities. Breaking force decreased in birds fed diets with 70% aP. Diets with 85% of aP requirements, supplemented with 25 FTU kg<sup>-1</sup> of phytase, can be used with no negative effects on mineral content, density, weight, morphometry and breaking strength of broiler tibiae.

**Key words:** bone density, bone mineralization, breaking strength.

### Introdução

A locomoção das aves depende não apenas do bom funcionamento muscular, mas também das propriedades mecânicas e químicas dos ossos (Jamroz *et al.*, 2004). O fósforo (P) é o segundo mineral mais abundante no corpo, e a maior parte dele é encontrada nos ossos. A claudicação pela degeneração e submineralização dos condrócitos hipertróficos dentro do disco de crescimento é um dos sinais de deficiência de P em aves em

crescimento (Shirley, 2003). A deficiência de P pode resultar em quebra ou defeitos nos ossos durante o processamento, causando a desclassificação da carcaça (Brenes *et al.*, 2003). Além disso, pernas fracas frequentemente estão associadas à reduzida ingestão de alimentos, afetando, assim, o ganho de peso (Onyango *et al.*, 2003).

Aproximadamente 70% do P dos grãos de cereais e farelos de sementes oleaginosas está na forma de fitato (P fítico), sendo esta a principal fonte natural

de P no alimento animal (Casey e Walsh, 2004). A disponibilidade do P fítico de alimentos vegetais é baixa em animais monogástricos, pela baixa ou nenhuma atividade de fitase no trato gastrintestinal (Lan et al., 2002; Vats e Banerjee, 2004).

A molécula de fitato possui 12 sítios reativos e, em pHs normalmente encontrados nos alimentos e no trato gastrintestinal, o fitato se liga a cátions em complexos estáveis, o que reduz a disponibilidade desses minerais (Angel et al., 2002).

As fitases hidrolisam o ácido fítico (mio-inositol hexafosfato) e seus sais (fitato), produzindo inositol, inositol monofosfato e P inorgânico (Casey e Walsh, 2004); a suplementação das dietas com estas enzimas pode melhorar o crescimento e a mineralização óssea (Ahmad et al., 2000).

Dentre os métodos usados para avaliar a mineralização óssea em aves, encontram-se as análises do teor de minerais, resistência à quebra, peso do osso e a densitometria óssea. Embora o desempenho e a retenção de minerais sejam medidas importantes em qualquer alteração dietética, as concentrações plasmáticas e ósseas são geralmente mais sensíveis do que os fatores de desempenho para avaliar disponibilidade de minerais (Onyango et al., 2003).

Com base no exposto, este experimento foi conduzido para avaliar os efeitos de dietas contendo fitase e níveis reduzidos de fósforo disponível (Pd) sobre o teor de minerais, a densidade óssea, o peso, a morfometria e a resistência à quebra de tibias de frangos de corte.

## Material e métodos

Foram utilizadas 900 aves Cobb, machos de um dia e com peso inicial médio de  $46,52 \pm 0,58$  g, alojados em galpão convencional de alvenaria com 30 aves em cada box. O delineamento foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 3, sendo dois níveis de fitase (0 e 25 UFT kg<sup>-1</sup>) e três níveis de Pd na ração (0,45; 0,38 e 0,31% de 1 a 21 dias e 0,41; 0,34 e 0,28% de 22 a 42 dias de idade, correspondendo a 100, 85 e 70% das exigências em cada fase, respectivamente), totalizando seis tratamentos e cinco repetições.

A fitase, obtida por fermentação por meio de fungos (*Aspergillus niger*) e com atividade mínima de 250 UFT g<sup>-1</sup>, foi adicionada à ração na quantidade de 100 g ton<sup>-1</sup>. As aves receberam rações isonutritivas (exceto pelo Pd), inicial até 21 dias de idade e de crescimento dos 22 aos 42 dias (Tabela 1), ambas à base de milho e farelo de soja e formuladas para atender às exigências nutricionais determinadas por Rostagno et al. (2000).

Ao final do período experimental, quando as aves completaram 42 dias de idade, 36 delas, seis de cada tratamento, foram sacrificadas por deslocamento cervical e retiraram-se as tibias. As tibias direitas de 18 aves foram utilizadas para obtenção do peso e da morfometria (comprimento e diâmetro) e densidade óssea; as tibias esquerdas, para as análises de matéria mineral, fósforo e cálcio. Outras 18 tibias direitas foram utilizadas para a análise de resistência óssea. Todas as tibias, depois de extraídas, foram limpas dos tecidos aderentes.

Antes da determinação da densidade óssea, as tibias foram medidas quanto ao comprimento e diâmetro com paquímetro manual. A densidade óssea foi determinada por meio de imagens radiográficas das tibias. Como referencial densitométrico, utilizou-se uma escala de alumínio (alumínio 6063 ABNT) com 12 degraus. O primeiro degrau tinha espessura de 0,5 mm e, do segundo até o décimo, havia aumentos sucessivos de 0,5 mm na espessura de cada degrau, porém o 11º degrau tinha espessura de 6 mm e o 12º de 8 mm. A área de cada degrau era de 5 x 25 mm. A escala de alumínio foi radiografada juntamente com as tibias. Um aparelho de raio-X convencional foi calibrado para 44 kVp e 4 mAs, com 1 m de distância entre o foco e o filme. Para a determinação da densidade óssea, as imagens foram digitalizadas em scanner HP Scanjet 4C equipado com um adaptador para digitalizar imagens radiográficas. Após a digitalização, as imagens foram transferidas para um computador e analisadas por meio do Programa Image-Pro Media Cybernetics (versão 4.1.0). A densidade foi determinada nas epífises proximal e distal e na diáfise de cada osso, sendo estes valores comparados com a densidade óptica da escala de alumínio e expressos em mm de Alumínio (mm Al) (Louzada, 1994).

As tibias analisadas quanto aos minerais foram pesadas antes e depois da secagem em estufa de ventilação forçada, a 55°C, por 48h. Posteriormente, elas foram desengorduradas, pesadas e moídas, e as análises de cálcio (Ca), fósforo (P), matéria mineral (MM) e matéria seca (MS) foram realizadas de acordo com Silva e Queiroz (2002). Para a análise de resistência óssea, as tibias foram também desengorduradas e secas em estufa com ventilação forçada, a 55°C, por 48h. A resistência óssea foi determinada por meio do aparelho Instron Corporation IX Automated Materials Testing System 1,09, sempre no mesmo ponto de quebra.

As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa SAEG (UFV, 2001). Para a comparação entre as médias, quando necessário, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 1.** Composições das dietas experimentais.  
**Table 1.** Experimental diets composition.

Ingredientes (kg) Ingredients (kg)	Inicial Initial			Crescimento Growth		
	1	2	3	1	2	3
Milho moído <i>Ground corn</i>	56,78	57,05	57,32	62,76	63,02	63,29
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	35,96	35,91	35,86	30,10	30,06	30,00
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	3,01	2,92	2,83	3,33	3,24	3,15
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,80	1,44	1,08	1,65	1,28	0,95
Calcário calcítico <i>Limestone</i>	0,99	1,22	1,45	0,89	1,13	1,34
DL-metionina 99% <i>DL-Methionine 99%</i>	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
L-lisina 78,80% <i>L-Lysine 78,80%</i>	0,15	0,15	0,15	0,21	0,21	0,21
Sal comum <i>Common salt</i>	0,45	0,45	0,45	0,39	0,39	0,39
Inerte <sup>1</sup> <i>Inert</i>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
BHT <i>BHT</i>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Suplemento mineral e vitamínico <sup>23</sup> <i>Mineral and vitaminic supplement</i>	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60
Total <i>Total</i>	100	100	100	100	100	100
Composição calculada <sup>4</sup> <i>Calculated composition</i>						
Proteína bruta % <i>Crude protein</i>	21,38	21,38	21,38	19,28	19,28	19,28
EM (kcal kg <sup>-1</sup> ) <i>ME</i>	2993	2993	2993	3090	3090	3090
Cálcio % <i>Calcium</i>	0,96	0,96	0,96	0,87	0,87	0,87
Fósforo total % <i>Total phosphorus</i>	0,68	0,61	0,55	0,63	0,56	0,50
Fósforo disponível % <i>Available phosphorus</i>	0,45	0,38	0,31	0,41	0,34	0,28
Relação Ca: PD <i>Ca: NPP ratio</i>	2,13	2,53	3,10	2,12	2,56	3,11
Lisina total % <i>Total lysine</i>	1,26	1,26	1,26	1,16	1,16	1,16
Metionina total % <i>Total methionine</i>	0,49	0,49	0,49	0,45	0,45	0,45
Metionina + cistina % <i>Methionine + cystine %</i>	0,83	0,83	0,83	0,76	0,76	0,76

<sup>1</sup>Composto por caulin ou fitase; <sup>2</sup>Inicial: cada kg contém: 1500000 UI vit. A, 285000 UI vit. D<sub>3</sub>, 1.350 mg vit. E, 230 mg vit. K<sub>3</sub>, 115 mg vit. B<sub>1</sub>, 1.150 mg vit. B<sub>2</sub>, 2.000 µg vit. B<sub>12</sub>, 4.800 mg ácido nicotínico, 1.240 mg ácido pantoténico, 230 mg piridoxina, 12 mg biotina, 115 mg ácido fólico, 85 g colina, 170 g metionina, 6.300 mg Fe, 9.400 mg Cu, 9.400 mg Mn, 7.819 mg Zn, 160 mg I, 23 mg Se, 20 g antioxidante, 5,4 g promotor de crescimento, 6,4 g anticoccídiano; <sup>3</sup>Crescimento: cada kg contém: 1550000 UI vit. A, 2670000 UI vit. D<sub>3</sub>, 1.200 mg vit. E, 200 mg vit. K<sub>3</sub>, 100 mg vit. B<sub>1</sub>, 935 mg vit. B<sub>2</sub>, 2.340 µg vit. B<sub>12</sub>, 4.700 mg ácido nicotínico, 1.340 mg ácido pantoténico, 170 mg piridoxina, 14 mg biotina, 100 mg ácido fólico, 84 g colina, 185 g metionina, 6.720 mg Fe, 10.000 mg Cu, 10.200 mg Mn, 8.418 mg Zn, 170 mg I, 24 mg Se, 20 g antioxidante, 8,5 g promotor de crescimento, 8,5 g anticoccídiano; <sup>4</sup>De acordo com Rostagno *et al.* (2000).

<sup>1</sup>Composed by caulin or phytase; <sup>2</sup>Initial: each kg contains: 1500000 UI vit. A, 285000 UI vit. D<sub>3</sub>, 1.350 mg vit. E, 230 mg vit. K<sub>3</sub>, 115 mg vit. B<sub>1</sub>, 1.150 mg vit. B<sub>2</sub>, 2.000 µg vit. B<sub>12</sub>, 4.800 mg nicotinic acid, 1.240 mg pantethenic acid, 230 mg pyridoxine, 12 mg biotin, 115 mg folic acid, 85 g choline, 170 g methionine, 6.300 mg Fe, 9.400 mg Cu, 9.400 mg Mn, 7.819 mg Zn, 160 mg I, 23 mg Se, 20 g antioxidant, 5,4 g growth promoter, 6,4 g anticoccidial; <sup>3</sup>Growth: each kg contains: 1550000 UI vit. A, 2670000 UI vit. D<sub>3</sub>, 1.200 mg vit. E, 200 mg vit. K<sub>3</sub>, 100 mg vit. B<sub>1</sub>, 935 mg vit. B<sub>2</sub>, 2.340 µg vit. B<sub>12</sub>, 4.700 mg nicotinic acid, 1.340 mg pantethenic acid, 170 mg pyridoxine, 100 mg folic acid, 84 g choline, 185 g methionine, 6.720 mg Fe, 10.000 mg Mn, 8.418 mg Zn, 170 mg I, 24 mg Se, 20 g antioxidant, 8,5 g growth promoter, 8,5 g anticoccidial; <sup>4</sup>According to Rostagno *et al.* (2000).

## Resultados e discussão

Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) da redução dos níveis de Pd e/ou inclusão de fitase sobre os teores de fósforo e de matéria mineral (Tabela 2) das tibias. O menor nível de Pd avaliado foi suficiente para manter os níveis de P nos ossos e permitir que o osso tivesse crescimento longitudinal e diâmetro semelhante aos do tratamento-controle, com 100% de Pd.

**Tabela 2.** Teores de cálcio, fósforo e matéria mineral de tibias de frangos alimentados com dietas com fitase e níveis reduzidos de fósforo disponível (Pd).

**Table 2.** Calcium, phosphorus and ashes content in tibia of broilers fed diets with phytase and reduced available phosphorus (aP) levels.

Parâmetro Parameter	Fitase Phytase	Níveis de Pd % aP levels			Média Mean	CV % CV
		100	85	70		
Máteria seca % <i>Dry matter %</i>	Sem <i>Without</i>	45,45	46,05	48,75	46,75	
	Com <i>With</i>	46,09	45,02	47,14	45,55	
	Média <i>Mean</i>	45,77	45,54	47,14		4,71
Cálcio % MS <i>Calcium % DM</i>	Sem <i>Without</i>	16,81Aa	15,16Aa	13,11Bb	15,03	
	Com <i>With</i>	15,85Aa	15,74Aa	15,61Aa	15,70	
	Média <i>Mean</i>	16,33	15,45	14,31		9,21
Cálcio % MM <i>Calcium % ash</i>	Sem <i>Without</i>	35,26Aa	33,60Aa	29,21Bb	32,69	
	Com <i>With</i>	34,51Aa	34,50Aa	33,71Aa	34,24	
	Média <i>Mean</i>	34,88	34,05	31,46		7,73
Fósforo % MS <i>Phosphorus % DM</i>	Sem <i>Without</i>	7,99	7,55	6,70	7,42	
	Com <i>With</i>	7,77	7,72	7,35	7,61	
	Média <i>Mean</i>	7,88	7,64	7,03		11,48
Fósforo % MM <i>Phosphorus % ash</i>	Sem <i>Without</i>	16,74	16,56	14,70	16,00	
	Com <i>With</i>	16,70	16,81	16,19	16,56	
	Média <i>Mean</i>	16,72	16,68	15,44		8,73
Máteria mineral % MS <i>Ash % DM</i>	Sem <i>Without</i>	47,49	45,63	45,46	46,19	
	Com <i>With</i>	46,35	45,94	45,43	45,91	
	Média <i>Mean</i>	46,92	45,78	45,44		5,77

CV = coeficiente de variação; Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey.

CV = coefficient of variation; Means followed by different capital letters in the columns and lowercase letters in the rows are different by Tukey test.

A interação Pd x fitase foi significativa para teor de Ca nas tibias, com base nas matérias seca ( $p < 0,03$ ) e mineral ( $p < 0,05$ ). O teor de Ca nas tibias das aves que consumiram dietas com 70% de Pd sem fitase foi menor, se comparado com os valores obtidos nas aves dos tratamentos com 100 e 85% de Pd; a inclusão da enzima nas dietas com 70% de Pd, entretanto, melhorou em 19,07 e 15,40% a calcificação tibial, com base na matéria seca e na matéria natural, respectivamente.

Como as dietas eram isocálcicas e a fitase libera, além do P, também Ca, pode ter ocorrido excesso de cálcio em relação ao P. A hipercalcemia inibe a secreção de PTH e a formação de vitamina D. Baixos níveis de PTH e de vitamina D influem negativamente na mineralização, por diminuir a taxa de remodelagem óssea (Corrêa *et al.*, 2000). Esta foi, possivelmente, a razão dos aumentados níveis de Ca no osso com a inclusão de fitase, que, ao liberar P da molécula de fitato, aumentou os níveis de P, em relação aos de Ca, no organismo das aves. Pintar *et al.* (2005),

entretanto, não observaram efeito da inclusão de 500 e 1.000 U kg<sup>-1</sup> de fitase sobre os teores de Ca e P em tibias de frangos de corte. Persia e Saylor (2006), ao utilizarem 600 UFT kg<sup>-1</sup> de fitase, verificaram que o teor de matéria mineral das tibias aumentou.

Houve efeito da interação fitase x Pd sobre as densidades da diáfise ( $p < 0,01$ ), epífise distal ( $p < 0,03$ ) e média ( $p < 0,02$ ). A densidade da epífise proximal diminuiu ( $p < 0,03$ ) com a redução dos níveis de Pd para 85 e 70% das exigências e aumentou ( $p < 0,02$ ) com a inclusão da fitase na dieta (Tabela 3).

**Tabela 3.** Densidade óssea de tibias de frangos recebendo dietas com fitase e níveis reduzidos de fósforo disponível (Pd).

*Table 3. Tibial bone density of broilers fed diets with phytase and reduced available phosphorus (aP) levels.*

Densidade (mm Al) Density (mm Al)	Fitase Phytase	Níveis de Pd % aP levels			Média Mean	CV % CV
		100	85	70		
Epífise proximal <i>Proximal epiphysis</i>	Sem <i>Without</i>	3,40	2,83	2,48	2,90B	
	Com <i>With</i>	3,74	3,09	3,52	3,45A	
	Média <i>Mean</i>	3,57a	2,96b	3,00b		12,38
Diáfise <i>Diaphysis</i>	Sem <i>Without</i>	3,13Aa	2,56Bb	1,89Bc	2,53	
	Com <i>With</i>	3,06Aa	3,00Aa	3,24Aa	3,10	
	Média <i>Mean</i>	3,09	2,78	2,56		11,73
Epífise distal <i>Distal epiphysis</i>	Sem <i>Without</i>	2,73Aa	2,12Aa	1,24Bb	2,03	
	Com <i>With</i>	2,29Aa	2,15Aa	1,90Aa	2,11	
	Média <i>Mean</i>	2,51	2,13	1,57		14,35
Densidade média <i>Average density</i>	Sem <i>Without</i>	3,08Aa	2,51Ab	1,87Bc	2,49	
	Com <i>With</i>	3,03Aa	2,75Aa	2,88Aa	2,89	
	Média <i>Mean</i>	3,06	2,63	2,38		9,97

CV = coeficiente de variação; Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey.

CV = coefficient of variation; Means followed by different capital letters in the columns and lowercase letters in the rows are different by Tukey test.

A epífise proximal é local de crescimento ósseo, no qual a geração de células é dominante, resultando em aumento no comprimento ósseo. A mobilização e a deposição mineral nessa região são muito altas (Orban et al., 1999); como a densidade é uma medida do grau de mineralização óssea em uma determinada área ou volume (Nelson et al., 2000), a redução do Pd, provavelmente, diminuiu a mineralização, e a inclusão da fitase forneceu mais P para deposição óssea, melhorando, assim, a densidade.

Além de inibir a secreção de PTH, a hipercalcemia estimula a secreção de Calcitonina. Estudos têm demonstrado que a deficiência de PTH resulta em aumentada densidade óssea (Abdelhadi e Nordenstrom, 1998). A análise densitométrica

demonstra o grau de mineralização tanto do osso cortical quanto do esponjoso. Em pacientes com deficiência de PTH, a densidade mineral é maior no osso esponjoso do que no cortical (Chen et al., 2003; Fujiyama et al., 1995), o que resulta em maior fragilidade óssea. Segundo Yamamoto et al. (1995), a Calcitonina tem efeito anabólico no osso esponjoso, mas não no cortical, em situações de hipoparatiroidismo induzido por hipercalcemia. Assim, em áreas em que a pressão por deposição de minerais é menor, como na diáfise e epífise posterior, a redução nos valores de densidade óssea pode ter ocorrido em virtude de menor mineralização do osso cortical nas aves do tratamento com 70% de Pd.

Atia et al. (2000), ao avaliarem níveis de Ca e P em dietas para perus, notaram que, quando dietas suplementadas com 500 UFT de fitase kg<sup>-1</sup> e com 90 e 52% de Ca e P, respectivamente, eram usadas, a densidade óssea era semelhante à das aves do tratamento-controle. Entretanto Orban et al. (1999) não constataram diferenças na densidade das diáfises tibiais pela inclusão de 750 ou 1.500 UFT de fitase kg<sup>-1</sup> de dieta.

Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) dos níveis de Pd e/ou fitase sobre peso, comprimento e diâmetro dos ossos (Tabela 4), porém a resistência óssea diminuiu ( $p < 0,02$ ) em aves alimentadas com dietas com 70% das exigências de Pd.

A redução da resistência à quebra, com a diminuição dos níveis de Pd, também resultou da menor deposição de minerais e da possível redução da densidade do osso cortical em função do excesso de Ca em relação ao P. Resultados semelhantes foram obtidos por Orban et al. (1999) e Kocabagli (2001), os quais relataram que a inclusão de 700 a 1.500 UFT kg<sup>-1</sup> de fitase em dietas com níveis de P reduzidos para frangos não afetou o peso, comprimento, diâmetro e resistência à quebra das tibias. Dhandu e Angel (2003) e Onyango et al. (2003), porém, constataram que a redução de Pd de 0,50 para 0,15% não afetou a resistência à quebra de tibias de frangos, e Abdellatif e Kamal (2003) relataram que a inclusão de 750 UFT kg<sup>-1</sup> de fitase em dietas com 0,4% de Pd melhorou o peso e o comprimento das tibias. Atia et al. (2000), entretanto, notaram que a resistência óssea diminuiu em dietas com 90 e 52% dos requerimentos de Ca e P, respectivamente; porém, a inclusão de fitase nessas dietas igualou os valores de resistência ao das aves do tratamento-controle.

**Tabela 4.** Peso, morfometria e resistência à quebra de tíbias de frangos recebendo dietas com fitase e níveis reduzidos de fósforo disponível (Pd).

*Table 4. Weight, morphometry and breaking force of tibia in broilers fed diets with phytase and reduced available phosphorus (aP) levels.*

Parâmetro Parameter	Fitase Phytase	Níveis de Pd % aP levels			Média Mean	CV % CV
		100	85	70		
Peso seco (g) <i>Dry weight</i>	Sem <i>Without</i>	7,03	5,90	6,92	6,62	
	Com <i>With</i>	7,17	7,50	6,63	7,10	
	Média <i>Mean</i>	7,10	6,70	6,78		10,08
Comprimento (mm) <i>Length</i>	Sem <i>Without</i>	98,83	95,33	95,33	96,50	
	Com <i>With</i>	97,16	98,66	95,33	97,05	
	Média <i>Mean</i>	98,00	97,00	95,33		2,52
Diâmetro (mm) <i>Diameter</i>	Sem <i>Without</i>	8,66	7,50	8,33	8,16	
	Com <i>With</i>	8,66	9,00	7,83	8,50	
	Média <i>Mean</i>	8,66	8,25	8,08		11,31
Resistência à quebra kg cm <sup>-2</sup> <i>Breaking force</i>	Sem <i>Without</i>	38,34	37,80	31,49	35,87	
	Com <i>With</i>	39,95	47,14	33,30	40,13	
	Média <i>Mean</i>	39,14a	42,47a	32,39b		13,52

CV = coeficiente de variação; Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey.

## Conclusão

Podem-se adotar dietas com 85% das exigências de Pd, suplementadas com 25 UFT kg<sup>-1</sup> de fitase, sem efeitos negativos ao teor de minerais, densidade, peso, morfometria e resistência óssea.

## Agradecimentos

À Agroceres - Nutrição Animal, pelas análises de minerais dos ossos utilizados neste experimento.

## Referências

- ABDELHADI, M.; NORDENSTROM, J. Bone mineral recovery after parathyroidectomy in patients with primary and renal hyperparathyroidism. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, Chevy Chase, v. 83, n. 11, p. 3845-3851, 1998.
- ABELLATIF, H.A.; KAMAL, A.M. Effect of phytase supplementation on the performance of broilers grown to market weights. *Vet. Med. J. Giza*, Giza, v. 51, n. 3, p. 343-354, 2003.
- AHMAD, T. *et al.* Effect of microbial phytase produced from a fungus *Aspergillus niger* on bioavailability of phosphorus and calcium in broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Tech.*, Amsterdam, v. 83, n. 2, p. 103-114, 2000.
- ANGEL, R. *et al.* Phytic acid chemistry: influence on phytin-phosphorus availability and phytase efficacy. *J. Appl. Poult. Res.*, Savoy, v. 11, n. 4, p. 471-480, 2002.
- ATIA, F.A. *et al.* Effect of dietary phosphorus, calcium, and phytase on performance of growing turkeys. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 79, n. 2, p. 231-239, 2000.
- BRENES, A. *et al.* The effect of citric acid and microbial phytase on mineral utilization in broiler chicks. *Anim. Feed Sci. Tech.*, Amsterdam, v. 110, n. 1-4, p. 201-219, 2003.
- CASEY, A., WALSH, G. Identification and characterization of a phytase of potential commercial interest. *J. Biotechnol.*, Amsterdam, v. 110, n. 3, p. 313-322, 2004.
- CHEN, Q. *et al.* Effects of an excess and a deficiency of endogenous parathyroid hormone on volumetric bone mineral density and bone geometry determined by peripheral quantitative computed tomography in female subjects. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, Chevy Chase, v. 88, n. 10, p. 4655-4658, 2003.
- CORRÊA, P.H.S. *et al.* Papel da histomorfometria óssea no diagnóstico diferencial da osteomalacia. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.*, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 148-152, 2000.
- DHANDU, A.S.; ANGEL, R. Broiler nonphytin phosphorus requirement in the finisher and withdrawal phases of a commercial four-phase feeding system. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 82, n. 8, p. 1257-1265, 2003.
- FUJIYAMA, K. *et al.* Attenuation of postmenopausal high turnover bone loss in patients with hypoparathyroidism. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, Chevy Chase, v. 80, n. 7, p. 2135-2138, 1995.
- JAMROZ, D. *et al.* Mechanical, chemical and spectroscopic analysis of mineralisation rate as methods of bones quality determination in broiler chickens. *Electr. J. Pol. Agric. Univ.*, Cracóvia, v. 7, n. 2, [s/p], 2004. Disponível em: <<http://www.ejpau.media.pl/series/volume7/issue2/animal/art-04.html>>. Acesso em: 15 nov. 2007.
- KOCABAGLI, N. The effect of dietary phytase supplementation at different levels on tibial bone characteristics and strength in broilers. *Turk. J. Vet. Sci.*, Ankara, v. 25, n. 5, p. 797-802, 2001.
- LAN, G.Q. *et al.* Efficacy of supplementation of a phytase-producing bacterial culture on the performance and nutrient use of broiler chickens fed corn-soybean meal diets. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 81, n. 10, p. 1522-1532, 2002.
- LOUZADA, M.J.Q. *Otimização da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas de peças ósseas. Estudo "in vitro"*. 1994. Tese (Doutorado em Automação)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.
- NELSON, D.A. *et al.* Cross-sectional geometry, bone strength, and bone mass in the proximal femur in black and white postmenopausal women. *J. Bone Min. Res.*, Durham, v. 15, n. 10, p. 1992-1997, 2000.
- ONYANGO, E.M. *et al.* Bone densitometry as an indicator of percentage tibia ash in broiler chicks fed varying dietary calcium and phosphorus levels. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 82, n. 11, 1787-1791, 2003.
- ORBAN, J.I. *et al.* Microbial phytase in finisher diets of White Pekin ducks: effect on growth performance, plasma phosphorus concentration, and leg bone characteristics. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 78, n. 3, p. 366-377, 1999.
- PERSIA, M.E.; SAYLOR, W.W. Effects of broiler strain, dietary nonphytate phosphorus and phytase supplementation on chick performance and tibia ash. *J. Appl. Poult. Res.*, Savoy, v. 15, n. 1, p. 72-81, 2006.
- PINTAR, J. *et al.* Effects of supplemental phytase on the

- mineral content in tibia of broilers fed different cereal based diets. *Czech J. Anim. Sci.*, Praha, v. 50, n. 2, p. 68-73, 2005.
- ROSTAGNO, H.S. *et al.* *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV, 2000.
- SHIRLEY, R.B. *Evaluation of phytase, vitamin D<sub>3</sub> derivatives, and broiler breed differences on nutrient utilization, broiler performance, leg disorders, and the expression of intestinal calbindin-28 kd mRNA and protein*. 2003. Thesis (PhD in Poultry Science)-University of Georgia, Athens, 2003.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, C.A. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.
- UFV-Universidade Federal de Viçosa. *SAEG: sistema de análises estatísticas e genéticas*: versão 8.0. Viçosa: UFV, 2001.
- VATS, P.; BANERJEE, U.C. Production studies and catalytic properties of phytases (myo-inositolhexakisphosphate phosphohydrolases): an overview. *Enz. Micr. Tech.*, Amsterdam, v. 35, n. 1, p. 3-14, 2004.
- YAMAMOTO, M. *et al.* Endogenous calcitonin attenuates parathyroid hormone-induced cancellous bone loss in the rat. *Endocrinology*, Chevy Chase, v. 136, n. 2, p. 788-795, 1995.

Received on November 29, 2007.

Accepted on September 10, 2008.