

## Exigência de Fósforo Disponível para Frangos de Corte Machos e Fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 Dias de Idade<sup>1</sup>

Paulo Cezar Gomes<sup>2</sup>, Richard Cesar Runho<sup>3</sup>, Priscila D'Agostini<sup>4</sup>, Horacio Santiago Rostagno<sup>2</sup>, Luiz Fernando Teixeira Albino<sup>2</sup>, Paulo Sávio Lopes<sup>2</sup>

**RESUMO** - Com o objetivo de se avaliar o requerimento nutricional de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas nas fases de crescimento e final, foram utilizados 864 e 720 frangos de corte, 50% de cada sexo, nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 53 dias de idade, respectivamente. Seis níveis de fósforo disponível foram adicionados às rações basais deficientes em fósforo disponível. Os níveis de fósforo disponível adicionados foram 0,0; 0,09; 0,18; 0,27; 0,36 e 0,45%, para o período de 22 a 42 dias de idade, e 0,0; 0,07; 0,14; 0,21; 0,28 e 0,35%, para o período de 43 a 53 dias de idade. Ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, teores de cinzas e fósforo nos ossos e resistência à quebra dos ossos foram avaliados nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 53 dias de idade. Foi sugerido que a exigência de fósforo disponível para frangos de corte de 22 a 42 dias é de 0,442% ou 0,142% de P disponível/Mcal de EM e 0,454% ou 0,146% de P disponível/Mcal de EM, e para a fase de 43 a 53 dias de idade é de 0,310% ou 0,098% de P disponível/Mcal de EM e 0,240% ou 0,076% de P disponível/Mcal de EM, para machos e fêmeas, respectivamente.

Palavras-chave: cinza nos ossos, fósforo disponível, frangos de corte, resistência à quebra

## Available Phosphorus Requirement of Male and Female Broilers from 22 to 42 and from 43 to 53 Days of Age

**ABSTRACT** - Eight hundred and sixty-four and 720 broilers, 50% of each sex, from 22 to 42 and from 43 to 53 days of age, respectively, were used to determine the available phosphorus requirement for male and female broilers in the growing and finishing phases. Six supplementary levels of available phosphorus were added to available phosphorus deficient basal diets. The levels of available phosphorus added in (.0, .09, .18, .27, .36 and .45%) for the growing and (.0, .07, .14, .21, .28 and .35%) for finishing phases. Body weight gain, feed intake, feed: gain ratio, ashes and phosphorus in the bone and bone fracture resistance were evaluated from 22 to 42 and from 43 to 53 days of age. It was suggested that available phosphorus requirements for the growing phase (22 – 42 days of age) are .442% or .142% of available phosphorus/Mcal of ME and .454% or .146% of available phosphorus/Mcal of ME, and finishing phase (43 – 53 days of age) are .310% or .098% of phosphorus/Mcal of ME and .240% or .076% of phosphorus/Mcal of ME, for males and females, respectively.

Key Words: ash in the bone, available phosphorus, bone fracture resistance, broilers, requirement

### Introdução

Entre os minerais exigidos pelas aves, o fósforo e o cálcio são os mais importantes, por serem necessários não apenas para a ótima taxa de crescimento, mas também para a mineralização óssea. O fósforo participa nos processos metabólicos e de absorção de nutrientes, além de ser o mineral que mais onera os custos das rações.

Na determinação da exigência nutricional de fósforo disponível para aves, é importante considerar que as variáveis relacionadas ao osso são mais sensíveis que as de desempenho. Portanto, deve-se

recomendar um nível de fósforo disponível em dietas suficiente para garantir ótimo desempenho e boa formação e resistência óssea, visto que, durante os processos de apanha e abate das aves, existe grande prejuízo econômico, em função do descarte de carcaças, causado pela quebra de ossos.

Os valores de exigências nutricionais encontrados na literatura estrangeira, para frangos de corte, variam em relação àqueles obtidos pelas pesquisas nacionais. As exigências de fósforo disponível para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, segundo o NRC (1994), é de 0,109%/Mcal de energia metabolizável, enquanto Rostagno et al.

<sup>1</sup> Parte da tese de Mestrado apresentada pelo segundo autor.

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Zootecnia, DZO, UFV, Viçosa – MG (pcgomes@ufv.br). Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Mestre em Zootecnia, DZO, UFV, Viçosa - MG.

<sup>4</sup> Estudante de Doutorado em Zootecnia, DZO, UFV, Viçosa – MG (priscila@vicos.ufv.br).

(2000) recomenda 0,131%/Mcal de energia metabolizável. Segundo Rostagno et al. (1996), a exigência nutricional é de 0,125%/Mcal de energia metabolizável. Para a fase final de criação, o requerimento de fósforo disponível para frangos de corte, segundo o NRC (1994) é de 0,094%/Mcal de energia metabolizável. De acordo com Rostagno et al. (2000), este requerimento é de 0,114%/Mcal de energia metabolizável e, conforme Rostagno et al. (1996), o nível ideal é de 0,107%/Mcal de energia metabolizável. Contudo, a atualização dessas exigências se faz necessária, uma vez que a ave apresenta melhor desempenho, em função principalmente da constante evolução genética e seleção das linhagens.

Objetivou-se, com o presente trabalho, estabelecer as exigências nutricionais de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas, nos períodos de crescimento (22 a 42 dias de idade) e final (43 a 53 dias de idade).

### Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizados 864 aves de corte, Hubbard, 50% de cada sexo, com peso médio de 731 e 702 g para machos e fêmeas, respectivamente, aos 22 dias de idade (Experimento I). Para o Experimento II, foram utilizadas 720 aves, 50% de cada sexo, com peso médio de 2.283 e 1.953 g para machos e fêmeas, respectivamente, aos 43 dias de idade. Nos períodos de 1 a 21 e de 1 a 42 dias, que antecederam aos experimentos I e II, respectivamente, as aves foram criadas segundo o manual da linhagem. As aves foram distribuídas ao acaso em 48 boxes (2,25 m<sup>2</sup>) com piso de cimento, coberto com cepilhos de madeira.

O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz (natural + artificial), durante todo o período experimental.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com seis tratamentos, dois sexos, quatro repetições por sexo e 18 e 15 aves por unidade experimental, para os Experimentos I e II, respectivamente.

A composição química dos ingredientes utilizados na formulação das dietas, para os experimentos I e II, encontra-se na Tabela 1.

Foram formuladas duas dietas basais (crescimento e final), à base de milho e farelo de soja, que atenderam

às exigências das aves segundo as recomendações de Rostagno et al (1996), exceto para o fósforo disponível (P disponível), que permaneceu deficiente, ao nível de 0,150%. A composição percentual dessas dietas basais encontra-se na Tabela 2.

Os tratamentos consistiram dos níveis de suplementação de P disponível proveniente do fosfato bicálcico (0,0; 0,09; 0,18; 0,27; 0,36 e 0,45%), resultando em um total de 0,15; 0,24; 0,33; 0,42; 0,51 e 0,60% de P disponível para o período de crescimento. Para o período final, as suplementações com fosfato bicálcico (0,0; 0,07; 0,14; 0,21; 0,28 e 0,35%) resultaram em um total de 0,15; 0,22; 0,29; 0,36; 0,43 e 0,50% de P disponível. As suplementações dos níveis de P disponível foram feitas com fosfato bicálcico, em substituição ao caulim e ao calcário calcítico, mantendo o cálcio constante em 0,933 e 0,892, para os Experimentos I e II, respectivamente. O P disponível dos alimentos utilizados nas rações experimentais foi calculado a partir do fósforo total, considerando 33% de disponibilidade.

Com o término dos experimentos I e II (42 e 53 dias de idade), as aves foram pesadas para avaliação de ganho de peso, consumo da ração e conversão alimentar, sendo abatidas 144 com peso médio do box (três aves por repetição), para extração da tíbia, visando à determinação de resistência do osso à quebra (ROQ) e análise de fósforo total (PO) e cinzas nos ossos (CO).

As análises de CO e PO foram realizadas segundo metodologia proposta por Silva (2002), e as análises de ROQ, utilizando-se os ossos *in natura*, em uma

Tabela 1 - Teores de proteína bruta, cálcio e fósforo total dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Table 1 - Crude protein, calcium and total phosphorus contents in the ingredients used in experimental diets

Ingredientes	Proteína bruta (%)	Cálcio (%)	Fósforo (%)
Ingredients	Crude protein	Calcium	Phosphorus
Milho	7,87	0,025	0,246
Corn			
Farelo de soja	45,96	0,33	0,615
Soybean meal			
Calcário calcítico	-	39,20	-
Limestone			
Fosfato bicálcico	-	24,23	18,69
Dicalcium phosphate			

Tabela 2 - Composição percentual da dieta basal, para os períodos de crescimento e final  
 Table 2 - Percentage composition of the experimental diets, in the growing and finishing periods

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Crescimento <i>Growing</i>	Final <i>Finishing</i>
Milho <i>Corn</i>	60,00	65,00
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	32,50	28,20
Óleo vegetal <i>Vegetable oil</i>	3,80	3,50
Caulim <i>Kaolin</i>	0,80	0,50
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	0,19	0,22
Calcário calcítico <i>Limestone</i>	1,95	1,86
Cloreto de colina <i>Choline chloride</i>	0,10	0,06
DL-Metionina (99%) <i>DL-Methionine</i>	0,13	0,15
Anticoccidiano <sup>3</sup> <i>Anticoccidial agents</i>	0,05	0,05
Bacitracina de zinco <i>Zinc bacitracin</i>	0,02	0,02
Antioxidante <i>Antioxidant</i>	0,01	0,01
Sal <i>Salt</i>	0,30	0,28
Suplemento mineral <sup>1</sup> <i>Mineral supplement</i>	0,05	0,05
Suplemento vitamínico <sup>2</sup> <i>Vitamin supplement</i>	0,10	0,10
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Valores calculados</b> <i>Calculated values</i>		
EM (Mcal/kg) <i>ME</i>	3,102	3,152
Proteína bruta (%) <i>Crude protein</i>	19,66	18,076
Fósforo disponível (%) <i>Available phosphorus</i>	0,150	0,151
Cálcio (%) <i>Calcium</i>	0,933	0,892
Metionina (%) <i>Methionine</i>	0,442	0,422
Metionina + Cistina (%) <i>Methionine + Cystine</i>	0,774	0,754
Lisina (%) <i>Lysine</i>	1,071	0,959
Treonina (%) <i>Threonine</i>	0,782	0,723
Arginina (%) <i>Arginine</i>	1,333	1,214
Triptofano (%) <i>Tryptophan</i>	0,266	0,241

<sup>1</sup>kg do produto (kg of product): Fe-80 g, Cu-10 g, Co-2 g, Mn-80 g, Zn-50 g, I-1 g e excipiente q.s.p.-500 g

<sup>2</sup>kg do produto (kg of product): Vit. A-15.000.000 UI, Vit. D<sub>3</sub>-1.500.000 UI, Vit. E-15.000UI, Vit. B<sub>1</sub>-2,0 g, Vit. B<sub>2</sub>-4,0 g, Vit. B<sub>6</sub>-3,0 g, Vit. B<sub>12</sub>-0,015 g, Ácido nicotínico (nicotinic acid)-25 g, Ácido pantotênico (pantothenic acid) -10 g, Vit. K<sub>3</sub>- 3,0 g, Ácido fólico (folic acid) -1,0 g, Colina (choline) - 250 g, Bacitracina de Zn (zinc bacitracin) -10 g, Se-100 mg, BHT-10 g.

<sup>3</sup>Salinomicina (6%).

prensa computadorizada que registra a resistência de materiais (Instron Corporation Series IX Automated Materials Testing System 1,09).

As análises estatísticas dos parâmetros analisados foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (UFV, 1997). As estimativas das exigências nutricionais de P disponível foram estabelecidas por meio de modelos de regressão polinomial e descontínuo LRP - Linear Response Plateau (Braga, 1983), considerando-se na escolha do modelo, uma vez respeitada a interpretação biológica, o valor da menor soma de quadrados dos desvios.

## Resultados e Discussão

### Experimento I - Exigência nutricional de fósforo para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade

Os resultados de desempenho encontram-se na Tabela 3.

Houve efeito significativo dos níveis de P disponível, no período de 22 a 42 dias de idade, sobre o ganho de peso dos machos (P<0,05) e das fêmeas (P<0,01) e sobre a conversão alimentar (P<0,05) para as fêmeas.

O ganho de peso dos machos variou de 1.295 g a 1.418 g, para os níveis de 0,15% e 0,42% de P disponível, representando aumento de 9,5% no peso médio final das aves. Para as fêmeas, o ganho de peso variou de 1.063 a 1.198 g para os níveis de 0,15% e 0,42% de P disponível, com aumento de 12,7% no peso médio final das aves. Quando se elevou o nível de P disponível na dieta, houve redução no ganho de peso, em machos e fêmeas, evidenciando que o excesso de fósforo prejudicou o desempenho das aves. Resultados semelhantes foram obtidos por Gomes et al. (1994), com frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, observando-se maior ganho de peso das aves, quando o nível de P disponível da dieta variou de 0,17% a 0,47%, obtendo redução do ganho, com maior nível de fósforo (0,62%).

O consumo de ração, para ambos os sexos, não apresentou diferenças significativas (P>0,05) de acordo com os níveis de fósforo estudados. Observou-se menor consumo numérico apenas no nível mais baixo de fósforo na dieta (0,15%), para ambos os sexos. Estes resultados diferem daqueles obtidos por Lima (1995), que observou efeito significativo (P<0,01) para consumo de ração, quando

o nível de fósforo disponível variou de 0,153 a 0,531%, sendo o maior consumo obtido com 0,305% de fósforo, indicando que os níveis deficientes e em excesso de fósforo disponível podem prejudicar o consumo de ração pelas aves. Porém, os resultados estão de acordo com os obtidos por Gomes et al. (1994), que verificaram menor consumo ( $P < 0,05$ ), apenas para o nível mais baixo de fósforo na dieta, 0,17%, e não observaram diferenças significativas entre os níveis superiores de fósforo (0,32; 0,47 e 0,62%), evidenciando que o excesso de fósforo na dieta não prejudicou o consumo de alimento pelas aves.

Os resultados encontrados para conversão alimentar não indicaram efeitos significativos quadrático e linear ( $P > 0,05$ ) para os machos, porém, para as fêmeas, foi encontrado efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), em que a conversão alimentar variou de 2,32, no menor nível (0,15%), a 2,16 (0,42% de P disponível), representando melhora de 7,4%. Apesar

de não terem sido verificadas diferenças significativas para os machos, foi observada melhora na conversão alimentar no nível de 0,51% de P disponível, representando conversão alimentar 5,4% superior ao nível de 0,15% de P disponível. Lima (1995) não encontrou diferenças significativas para conversão alimentar de frangos de corte de 22 a 42 dias, recebendo dietas com níveis de 0,153% a 0,531% de P disponível. Gomes et al (1994) verificaram que os níveis de 0,17 a 0,62% de P disponível também não afetaram significativamente ( $P > 0,05$ ) a conversão alimentar. A dieta com nível mais alto de fósforo (0,600%) não prejudicou o ganho de peso, mas piorou a conversão alimentar das aves, em decorrência da redução no aproveitamento dos nutrientes pelas aves, tendo em vista que o consumo de ração foi pouco afetado pelo excesso de P disponível. Segundo Shafey (1988), citado por Shafey & McDonald (1991), o excesso de

Tabela 3 - Efeito dos níveis de fósforo disponível na dieta sobre o desempenho de frangos de corte machos e fêmeas, durante o período de 22 a 42 dias de idade

Table 3 - Effects of available phosphorus dietary levels on male, and female broilers performance, from 22 to 42 days age

P disponível (%) <i>Available P</i>	Sexo <i>Sex</i>	Ganho de peso (g) <i>Weight gain</i>	Consumo de ração (g) <i>Feed intake</i>	Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i>
0,150		1295	2878	2,22
0,240		1401	3014	2,15
0,330		1379	3014	2,18
0,420		1418	3027	2,14
0,510		1410	2959	2,10
0,600		1367	2932	2,14
Média <i>Mean</i>	Macho <i>Male</i>	1378	2971	2,15
0,150		1063	2476	2,32
0,240		1184	2599	2,19
0,330		1187	2573	2,17
0,420		1198	2584	2,16
0,510		1168	2608	2,23
0,600		1173	2633	2,24
Média <i>Mean</i>	Fêmea <i>Female</i>	1162	2579	2,21
	Macho <i>Male</i>	*	ns	ns
P disponível (%) <i>Available P (%)</i>	Fêmea <i>Female</i>	**	ns	*
CV (%)		4,06	3,58	3,48

\*\* Efeito quadrático ( $P < 0,01$ ), \* Efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), ns Não-significativo ( $P > 0,05$ ), pelo teste F.

\*\* Quadratic effect ( $P < 0,01$ ), \* Quadratic effect ( $P < 0,05$ ), ns Not significant ( $P > 0,05$ ), by F test.

cálcio e de fósforo na dieta pode causar queda na absorção de nutrientes pela parede intestinal e ainda diminuir a digestibilidade da maioria dos aminoácidos, inclusive de alguns essenciais, como metionina, lisina e arginina.

Os resultados de ROQ, CO e PO encontram-se na Tabela 4.

Houve efeito significativo dos tratamentos sobre a deposição de CO, em porcentagem, para machos ( $P < 0,01$ ) e fêmeas ( $P < 0,05$ ); cinza em gramas, e para ROQ, para ambos os sexos ( $P < 0,01$ ).

Os resultados de ROQ apresentaram comportamento quadrático, para machos e fêmeas, caracterizando, para os ossos maior resistência à quebra, à medida que o nível de P disponível foi elevado nas dietas (0,15 a 0,42%).

Entretanto, para os níveis de 0,51 e 0,60% de P disponível, houve redução na ROQ. Observou-se que tanto a deficiência quanto o excesso de fósforo prejudicou a ROQ, resultados que corroboram os obtidos por Lima (1995), que obteve valores crescentes de resistência à quebra do fêmur, de frangos de corte de 22 a 42 dias, quando foram utilizados os níveis de 0,153 a 0,380% de P disponível, e verificou queda na resistência, quando o nível de fósforo disponível na dieta foi superior a 0,380%.

Quando se analisaram os resultados de CO em porcentagem, verificou-se que nos machos o teor de cinzas elevou-se ao nível de 0,42% de P disponível na dieta. Com o aumento dos níveis de P disponível até 0,60%, observa-se que houve tendência em manter constante a quantidade de minerais depositados nos

Tabela 4 - Efeito dos níveis de fósforo disponível na dieta sobre a resistência do osso à quebra (ROQ), cinza (CO) e fósforo total (PO) no osso de frangos de corte machos e fêmeas, durante o período de 22 a 42 dias de idade

Table 4 - Effect of available phosphorus dietary levels on bone fracture resistance (BFR), ash (CO) and bone contents phosphorus (PO) of male and female broilers, from 22 to 42 days of age

P disponível (%) <i>Available P</i>	Sexo <i>Sex</i>	RQO (Kgf) <i>BFR</i>	CO		PO	
			(%)	(g)	(%)	(g)
0,150		17,54	30,10	6,02	6,70	1,34
0,240		27,02	34,91	6,49	6,44	1,20
0,330		29,33	37,74	7,49	6,23	1,23
0,420		33,15	38,77	7,95	6,68	1,37
0,510		30,61	38,52	7,91	6,56	1,35
0,600		28,83	38,15	7,46	6,13	1,20
Média <i>Mean</i>	Macho <i>Male</i>	27,75	36,36	7,22	6,45	1,28
0,150		14,55	31,14	4,67	6,63	0,99
0,240		22,27	33,57	5,27	6,56	1,03
0,330		23,15	34,08	5,27	6,06	0,93
0,420		25,63	35,81	5,82	6,62	1,05
0,510		23,96	36,73	5,77	6,33	1,00
0,600		22,80	36,78	5,71	6,47	1,00
Média <i>Mean</i>	Fêmea <i>Female</i>	22,06	34,68	5,42	6,44	1,00
P disponível (%) <i>Available P</i>	Macho <i>Male</i>	**	**	**	ns	ns
	Fêmea <i>Female</i>	**	*	**	ns	ns
CV (%)		13,54	4,99	8,00	9,44	10,81

\*\* Efeito quadrático ( $P < 0,01$ ), \* Efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), ns Não-significativo ( $P > 0,05$ ), pelo teste F.

\*\* Quadratic effect ( $P < .01$ ), \* Quadratic effect ( $P < .05$ ), ns Not significant ( $P > .05$ ), by F test.

ossos para os machos, enquanto, para as fêmeas, obteve-se pequeno aumento na deposição em porcentagem de matéria mineral. Resultados semelhantes foram obtidos por Lima (1995), que também encontrou maior deposição de minerais nos ossos, em relação ao aumento dos níveis de P disponível, de 0,153 a 0,531%, nas dietas, e por Gomes et al (1994), que observaram maior deposição de minerais na tibia, com o aumento de fósforo na dieta. O nível de 0,47% de P disponível foi o que apresentou maior deposição de minerais.

Não houve diferenças significativas ( $P>0,05$ ) para o PO dos machos e das fêmeas, de acordo com os

níveis de P disponível estudados, caracterizando que o nível mais baixo de P disponível foi suficiente para promover boa retenção de fósforo pelo tecido ósseo. Esses resultados diferem dos encontrados por Lima (1995) e Gomes et al. (1994), ao observarem que baixos níveis fósforo apresentaram menor deposição de PO, quando comparados com níveis superiores.

Verificou-se que não houve diferenças significativas ( $P>0,05$ ), no PO, em gramas. Entretanto, o nível de 0,42% de P disponível foi o que apresentou maior deposição de PO para machos e fêmeas.

Os valores de exigência de P disponível são apresentados nas Tabelas 5 e 6. As exigências de P

Tabela 5 - Exigência de fósforo disponível, para frangos de corte machos e fêmeas, considerando as variáveis de desempenho e ósseas, estimadas pelo modelo quadrático  
Table 5 - Available phosphorus requirement for male and female broilers from 22 to 42 days of age, considering the performance and bone variables, estimated by the quadratic model

Variáveis <i>Variable</i>	Equação regressão <i>Regression equation</i>	Resp. máx <i>Max. point</i>	Exigências <i>Requeriments</i>		R <sup>2</sup> *	SQD <i>SSD</i>
			(%)	(%/McalEM)		
<b>Desempenho</b> <i>Performance</i>						
Machos <i>Males</i>						
Ganho de peso <i>Body weight gain</i>	$Y=1150,47+1271,50X-1515,65X^2$	1417,1	0,419	0,135	0,81	1924,45
Fêmeas <i>Females</i>						
Ganho de peso <i>Body weight gain</i>	$Y=918,372+1336,50X-1565,80X^2$	1203,5	0,426	0,137	0,79	2543,29
Conv. alimentar <i>Feed:gain ratio</i>	$Y=2,54898-1,96142X+2,4872X^2$	2,16	0,394	0,127	0,85	0,00311
<b>Ósseas</b> <i>Bone</i>						
Machos <i>Males</i>						
Resist. tibia <sup>1</sup> <i>Tibia strength</i>	$Y=2,30396+1448,15X-1636,03X^2$	32,45	0,442	0,142	0,96	526,558
Cinza tibia (%) <i>Tibia ash</i>	$Y=20,2986+79,7462X-84,2701X^2$	39,16	0,473	0,152	0,99	0,690
Cinza tibia (g) <i>Tibia ash</i>	$Y=3,53651+18,2776X-19,3126X^2$	7,86	0,473	0,152	0,95	0,172
Fêmeas <i>Females</i>						
Resist. tibia <sup>1</sup> <i>Tibia strength</i>	$Y=21,1553+1037,54X-1180,88X^2$	25,40	0,439	0,142	0,93	485,259
Cinza tibia (%) <i>Tibia ash</i>	$Y=25,5568+42,6968X-41,9036X^2$	36,43	0,509	0,164	0,93	1,685
Cinza tibia (g) <i>Tibia ash</i>	$Y=3,66601+8,01574-7,62288X^2$	5,77	0,525	0,169	0,92	7,649

\* ( $P<0,05$ ) pelo teste F. <sup>1</sup>Y estimado pela equação da reta em Newton e resposta máxima em Kgf, em que: 1N=0,1020 Kgf.  
\* ( $P<0,05$ ) by F test. <sup>1</sup> Y estimated by the regression equation in Newton and maximum answer in Kgf, where 1 N= .1020 Kgf.

Tabela 6 - Exigência de fósforo disponível, para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 dias de idade, considerando as variáveis de desempenho e ósseas, estimadas pelo modelo descontínuo L.R.P.

Table 6 - Available phosphorus requirement, for male and female broilers, from 22 to 42 days of age, considering the performance variable, estimated by LRP models

Variáveis <i>Variable</i>	Equação da reta <i>Regression equation</i>	Platô <i>Max. point</i>	Exigências <i>Requeriments</i>		R <sup>2</sup> *	SQD <i>SSD</i>
			(%)	(%/McalEM)		
<b>Desempenho</b> <i>Performance</i>						
Machos <i>Males</i>						
Ganho de peso <i>Body weight gain</i>	Y=1118,998+1175,01X	1393,48	0,233	0,075	0,86	1796,422
Fêmeas <i>Females</i>						
Ganho de peso <i>Body weight gain</i>	Y=862,2498+1341,668X	1181,62	0,238	0,076	0,87	538,312
Con. alimentar <i>Feed: gain ratio</i>	Y=2,382-0,594X	2,24	0,238	0,076	0,85	0,0001
<b>Ósseas</b> <i>Bone</i>						
Machos <i>Males</i>						
Resist. tibia <sup>1</sup> <i>Tibia strength</i>	Y=16,989+1033,101X	30,48	0,272	0,088	0,91	1075,235
Cinza tibia (%) <i>Tibia ash</i>	Y=22,085+53,4165X	38,29	0,303	0,098	0,89	0,607
Cinza tibia (g) <i>Tibia ash</i>	Y=4,8295+7,5658X	7,68	0,377	0,122	0,90	0,0996
Fêmeas <i>Females</i>						
Resist. tibia <sup>1</sup> <i>Tibia strength</i>	Y=16,3755+841,6298X	23,88	0,258	0,083	0,91	461,262
Cinza tibia (%) <i>Tibia ash</i>	Y=29,0117+16,3332X	36,43	0,454	0,146	0,89	0,600
Cinza tibia (g) <i>Tibia ash</i>	Y=4,2783+3,3074X	5,76	0,450	0,145	0,89	0,0055

\* (P<0,05) pelo teste F. <sup>1</sup>Y estimado pela equação da reta em Newton e resposta máxima em Kgf, em que: 1N = 0,1020 Kgf.  
\* (P<.05) by F test. <sup>1</sup> Y estimated by the regression equation in Newton and maximum answer in Kgf, where 1 N=.1020 Kgf.

disponível variaram para os machos de 0,419%, para ganho de peso, a 0,473%, para deposição de CO (porcentagem e gramas), de acordo com o modelo quadrático. Utilizando o modelo LRP, as exigências variaram de 0,233%, para ganho de peso, a 0,377%, para CO (gramas).

Para as fêmeas, as exigências de fósforo variaram de 0,394%, para a variável conversão alimentar, a 0,525%, para deposição de CO (gramas), determinadas pelo modelo quadrático. De acordo com o modelo LRP, as exigências variaram de 0,238%, para ganho de peso e conversão alimentar, a 0,454%, de acordo com a variável deposição de CO (porcentagem).

Os valores estimados para exigência nutricional de P disponível para machos de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, considerando a menor soma de quadrado dos desvios, variaram de 0,233% ou 0,075% de P disponível/Mcal de EM a 0,442% ou 0,142% de P disponível/Mcal de EM, enquanto, para as fêmeas, as exigências variaram de 0,238% ou 0,076% de P disponível/Mcal de EM a 0,454% ou 0,146% de P disponível/Mcal de EM. Portanto, os valores de exigência de P disponível para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, pelos modelos quadráticos e LRP, foram de 0,442 e 0,454% de P disponível, para machos e fêmeas, respectivamente.

Admitindo que as recomendações de P disponível para frangos de corte não consideram o sexo, o valor de exigência obtido para macho (0,454%) está acima do nível recomendado pelo NRC (1994), de 0,35%; por Rostagno et al. (1996), de 0,387%; e por Rostagno et al. (2000), de 0,406%, e próximo ao sugerido pelo manual Hubbard (1996), de 0,44%, e pelo manual da linhagem Arbor Acres (1988), de 0,42% a 0,45%, para a fase de 22 a 37 dias de idade. Os resultados deste trabalho assemelham-se à recomendação feita para a linhagem Ross de frangos de corte, segundo o manual de recomendação nutricional AgRoss (2000), de 0,45% para o período de 29 a 42 dias de idade.

Segundo Lima (1995), as diferenças observadas entre os valores de exigências encontradas pelos pesquisadores podem ser atribuídas ao tipo de dieta basal utilizada, a composição nutricional das dietas, as inter-relações dos nutrientes, ao modelo estatístico, além de outros fatores. Diferenças nas exigências nutricionais também podem ser verificadas em função do constante melhoramento genético das aves e das diferentes linhagens utilizadas na criação de frangos de corte.

#### *Experimento II – Exigência nutricional de fósforo para frangos de corte no período de 43 a 53 dias de idade*

Os valores de desempenho encontram-se na Tabela 7.

Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) dos tratamentos sobre o desempenho das aves, para ambos os sexos, durante a fase de 43 a 53 dias de idade. Resultados semelhantes foram obtidos por Abreu (1989), que não verificou diferenças estatísticas ( $P>0,05$ ) para o desempenho de frangos de corte, machos e fêmeas, de 42 a 55 dias de idade, utilizando uma dieta com níveis de 0,134 a 0,534% de P disponível, e também por Skinner et al. (1992a), que não encontraram diferenças significativas no desempenho de frangos de 42 a 49 dias de idade, alimentados com uma dieta contendo 0,12% de P disponível, quando comparados a uma dieta contendo 0,69% de P disponível.

Os níveis de 0,36 e 0,22% de P disponível nas dietas foram os que proporcionaram os melhores resultados para o desempenho das aves (Tabela 7), para machos e fêmeas, respectivamente. Houve melhora no ganho de peso dos machos (8,80%) e das

fêmeas (6,50%), em relação ao tratamento contendo 0,150% de P disponível. Entretanto, valor intermediário de 0,33% de exigência de P disponível foi obtido por Gomes et al. (1994), para frangos de corte machos e fêmeas de 43 a 49 dias de idade.

Os resultados deste trabalho estão de acordo com os de vários autores (Abreu, 1989; Skinner et al., 1992a; Gomes et al., 1994), que também não verificaram diferenças significativas no desempenho final de frangos de corte recebendo dietas deficientes em P disponível, na fase final de criação.

O fato de não terem sido observadas, neste trabalho, diferenças significativas no desempenho das aves de 43 a 53 dias de idade talvez esteja associado à possível mobilização de fósforo do tecido ósseo, que pode ter sido utilizado para suprir os níveis requeridos, para garantir o ótimo desempenho, considerando-se os níveis de fósforo abaixo da exigência do animal. Pode também ser atribuído à maior atividade enzimática do sistema digestivo das aves mais velhas, tornando o fósforo fítico proveniente dos alimentos vegetais mais disponível nesta fase. Este achado está de acordo com os de Maenz & Classen (1998), em que o fitato pode ser hidrolisado por fosfatases não-específicas, ou ainda por fitases específicas, localizadas nas membranas de bordadura em escova do intestino delgado das aves, e que a atividade de hidrólise dessas enzimas aumenta com o avanço da idade das aves. Segundo esses autores, a maior área de superfície e a melhor atividade da fitase na bordadura em escova, do intestino delgado das aves mais velhas, podem melhorar a eficiência de hidrólise endógena do fitato.

Portanto, com o aumento na disponibilidade do fósforo fítico, torna-se possível a redução nos níveis de fósforo provenientes de fontes inorgânicas, como o fosfato bicálcico, para aves em fase final de criação. Essa observação está de acordo com Temperton et al (1965a, b, c) e Nelson (1976), que associam o aumento da hidrólise de fósforo do fitato (a inositol e ácido orto-fosfórico ou a seus sais) ao avanço da idade das aves.

Segundo Cromwell (1980), as enzimas fitase e fosfatase encontradas no trato gastrointestinal de leitões e de pintos não são capazes de hidrolisar todos os grupos orto-fosfatos da molécula do fitato. Este fato pode estar associado à quantidade insuficiente dessas enzimas, nessas categorias de animais, e/ou a



Tabela 7- Efeito dos níveis de fósforo disponível na dieta sobre o desempenho de frangos de corte machos e fêmeas, durante o período de 43 a 53 dias de idade

Table 7 - Effects of available phosphorus dietary levels on male and female broilers performance, from 43 to 53 days of age

P disponível (%) <i>Available P</i>	Sexo <i>Sex</i>	Ganho de peso (g) <i>Weight gain</i>	Consumo de ração (g) <i>Feed intake</i>	Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i>
0,150		682	1964	2,89
0,220		669	1915	2,86
0,290		669	1931	2,88
0,360		742	1980	2,67
0,430		727	2034	2,80
0,500		677	1915	2,86
Média <i>Mean</i>	Macho <i>Male</i>	694	1956	2,83
0,150		496	1608	3,24
0,220		528	1607	3,04
0,290		494	1542	3,12
0,360		474	1535	3,24
0,430		486	1564	3,22
0,500		484	1561	3,22
Média <i>Mean</i>	Fêmea <i>Female</i>	494	1569	3,18
P disponível (%) <i>Available P (%)</i>	Macho <i>Male</i>	ns	ns	ns
	Fêmea <i>Female</i>	ns	ns	ns
CV (%)		7,53	3,94	5,19

ns - Efeito não-significativo ( $P > 0,05$ ), pelo teste F.

ns - Not significant ( $P > 0,05$ ) effect, by F test.

um ambiente intestinal inadequado para permitir atividade máxima dessas enzimas, corroborando os achados de Davies & Motzok (1972), em que a atividade da enzima fitase foi inibida pelo excesso de substrato e orto-fosfatos inorgânicos.

Os resultados de ROQ, CO e PO são apresentados na Tabela 8. Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) dos níveis de P disponível na dieta sobre a ROQ e a deposição de CO (porcentagem e gramas) dos machos e das fêmeas. Observou-se apenas efeito significativo ( $P < 0,01$ ) sobre PO (porcentagem e gramas) de machos e fêmeas.

Pelos resultados de desempenho (Tabela 7), verificou-se que o menor nível de P disponível na dieta (0,150%) não promoveu diferenças significativas ( $P > 0,05$ ), quando comparado com os níveis superiores. Entretanto, ocorreu efeito significativo dos níveis de fósforo na dieta sobre a deposição de PO, demonstrando que o nível mínimo de fósforo, utilizado

nas dietas experimentais, não foi suficiente para promover adequada deposição de PO. Segundo alguns autores, as exigências de cálcio e de fósforo, para otimizar o ganho de peso e a conversão alimentar das aves, na fase final de criação, são mais baixas que o necessário para garantir boa integridade do tecido ósseo, ou seja, promover adequada resistência à quebra e deposição de matéria mineral e PO.

Os machos apresentaram valores de ROQ superiores às fêmeas, em todos os níveis estudados (Tabela 8). Observou-se que, apesar de não ter sido verificado efeito significativo entre os níveis de fósforo nas dietas, o nível de 0,29% foi o que proporcionou o melhor resultado de ROQ, com aumento de 16,20 e de 18,11% na ROQ, para machos e fêmeas, respectivamente, quando comparados ao nível de 0,150%. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Skinner et al. (1992b), que também não encontraram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para

Tabela 8 - Efeito dos níveis de fósforo disponível na dieta sobre a resistência do osso à quebra (ROQ) e teores de cinza (CO) e fósforo (PO) no osso de frangos de corte machos e fêmeas, durante o período de 43 a 53 dias de idade

Table 8 - Effect of available phosphorus dietary levels on bone fracture resistance (BFR), ash (CO) and bone contents phosphorus (PB) of male and female broilers from 43 to 53 days of age

P disponível (%) <i>Available P</i>	Sexo <i>Sex</i>	RQO (Kgf) <i>BFR</i>	CO		PO	
			(%)	(g)	(%)	(g)
0,150		27,82	37,88	11,43	5,09	1,53
0,220		32,08	38,02	11,16	5,60	1,63
0,290		32,33	40,10	10,51	6,44	1,70
0,360		30,04	38,33	11,61	6,94	2,10
0,430		30,94	39,14	10,93	6,45	1,80
0,500		27,26	39,75	11,62	6,63	1,89
Média <i>Mean</i>	Macho <i>Male</i>	30,07	38,87	11,21	6,19	1,77
0,150		22,25	38,41	8,33	5,55	1,28
0,220		23,25	38,98	8,16	6,59	1,38
0,290		26,28	40,54	8,49	6,92	1,70
0,360		25,99	38,44	8,01	7,12	1,49
0,430		23,71	40,88	8,54	6,68	1,40
0,500		26,39	41,48	8,49	7,06	1,44
Média <i>Mean</i>	Fêmea <i>Female</i>	24,64	39,79	8,34	6,65	1,45
P disponível (%) <i>Available P</i>	Macho <i>Male</i>	ns	ns	ns	**	**
	Fêmea <i>Female</i>	ns	ns	ns	**	**
CV (%)		12,08	4,92	8,40	8,04	9,21

\*\* Efeito quadrático ( $P < 0,01$ ), ns: efeito não-significativo ( $P > 0,05$ ), pelo teste F.

\*\* Quadratic effect ( $P < 0,01$ ), ns: not significant ( $P > 0,05$ ) effect, by F test.

a ROQ, em frangos de corte, aos 49 dias de idade, utilizando dietas com 0,12 e 0,47% de P disponível. Entretanto, Skinner et al. (1992c), utilizando dietas com níveis de P disponível entre 0,12 e 0,24%, verificaram que o nível de ROQ de 0,24% de P disponível foi significativamente ( $P < 0,05$ ) superior. Abreu (1989) observou diferença significativa ( $P < 0,01$ ), na resistência do fêmur, em frangos de 42 a 55 dias de idade, quando os níveis de P disponível variaram de 0,134 a 0,534%, sugerindo que o melhor nível encontrado foi de 0,271%, resultado próximo ao obtido neste trabalho (0,29% de P disponível).

Os níveis de fósforo na dieta não influenciaram significativamente a deposição de CO (porcentagem e gramas), o que difere dos achados de Abreu (1989), que verificou efeito significativo ( $P < 0,01$ ) na deposição de CO, com valor máximo obtido no

nível de 0,275% de fósforo, e de Gomes et al. (1994), que observou máxima deposição de cinzas no nível de 0,333% de fósforo.

Para a deposição de PO, em porcentagem, o nível de 0,36% de fósforo na dieta foi suficiente para garantir boa deposição desse mineral no osso, para machos e fêmeas. Esse resultado foi superior aos observados por Gomes et al. (1994) e Abreu (1989), que verificaram máxima deposição de PO, no nível de 0,333 e 0,273%, respectivamente. Os resultados demonstram que níveis acima de 0,36% de P disponível na dieta não alteram a deposição de CO e PO de frangos de corte, no período final de criação.

Moran & Todd (1994) verificaram redução significativa na quantidade de cinzas na tibia ( $P < 0,05$ ) e no fêmur ( $P < 0,01$ ) de frangos alimentados de 0 a 8 semanas de idade, com dietas contendo 10% a menos

Tabela 9 - Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas, considerando as variáveis ósseas, estimadas pelo modelo quadrático e modelo descontínuo L.R.P.  
 Table 9 - Available phosphorus requirement for male and female broilers, considering the bone variables, estimated by quadratic models and LRP

Variáveis <i>Variable</i>	Equação da reta <i>Regression equation</i>	Resp. Máx. <i>Max. point</i>	Exigências <i>Requeriments</i>		R <sup>2</sup> *	SQD <i>SSD</i>
			(%)	(%/McalEM)		
<b>Quadrático</b> <i>Quadratic</i>						
<b>Macho</b> <i>Male</i>						
Fósforo tíbia (%) <i>Phosphorus tibia</i>	$Y=2,44946+20,8619X-25,337X^2$	6,74	0,411	0,130	0,91	0,219
Fósforo tíbia (g) <i>Phosphorus tibia</i>	$Y=0,911483+4,714X-5,56893X^2$	1,91	0,423	0,134	0,63	7,633
<b>Fêmea</b> <i>Female</i>						
Fósforo tíbia (%) <i>Phosphorus tibia</i>	$Y=3,47794+18,3059X-23,1504X^2$	7,09	0,395	0,125	0,84	0,269
Fósforo tíbia (g) <i>Phosphorus tibia</i>	$Y=0,71546+4,85818X-7,05373X^2$	1,55	0,344	0,109	0,50	5,153
<b>LRP</b>						
<b>Macho</b> <i>Male</i>						
Fósforo tíbia (%) <i>Phosphorus tibia</i>	$Y=3,6903+9,1214X$	6,54	0,310	0,098	0,90	0,0158
Fósforo tíbia (g) <i>Phosphorus tibia</i>	$Y=1,0940+2,5402X$	1,84	0,290	0,092	0,89	0,0039
<b>Fêmea</b> <i>Female</i>						
Fósforo tíbia (%) <i>Phosphorus tibia</i>	$Y=3,3293+14,8214X$	6,94	0,240	0,076	0,89	0,112
Fósforo tíbia (g) <i>Phosphorus tibia</i>	$Y=0,7849+3,0403X$	1,44	0,216	0,068	0,86	0,0038

\* (P<0,05), pelo teste F. <sup>1</sup>Y estimado pela equação da reta em Newton e resposta máxima em Kgf, em que: 1N = 0,1020 Kgf.  
 \* (P<.05), by F test. <sup>1</sup> Y estimated by the regression equation in Newton and maximum answer in Kgf, where 1 N=.1020 Kgf.

de fósforo que o recomendado pelo NRC (1984), para cada fase de criação, demonstrando que a administração de níveis submarginais de fósforo na dieta reduz a deposição de matéria mineral no tecido ósseo, o que pode influenciar negativamente a integridade e resistência óssea.

A partir dos resultados obtidos, verifica-se que o nível de 0,15% de P disponível foi suficiente para garantir ótimo desempenho, porém não foi suficiente para maximizar a integridade do tecido ósseo. Este resultado está de acordo com Abreu (1989), em que as variáveis relacionadas com o processo de mineralização óssea são mais sensíveis para avaliar

as fontes e níveis de fósforo para aves, uma vez que a exigência mínima de fósforo, para ótimo desempenho, é inferior à requerida para máxima mineralização dos ossos.

As estimativas de exigência de P disponível, por intermédio dos modelos quadrático e LRP, para machos e fêmeas, são apresentadas na Tabela 9.

De acordo com os resultados obtidos para as estimativas de exigência nutricional de fósforo pelas diversas variáveis estudadas, considerando a menor soma de quadrado dos desvios, verificou-se que as exigências de P disponível para os machos, variaram de 0,290% ou 0,092% de P disponível/

Mcal de EM a 0,310% ou 0,098% de P disponível/Mcal de EM. Para as fêmeas, as exigências variaram de 0,216% ou 0,068% de P disponível/Mcal de EM a 0,240% ou 0,076% de P disponível/Mcal de EM. Portanto, sugere-se valores de exigência de P disponível, para frangos de corte de 43 a 53 dias de idade, de 0,310% para machos e 0,240% para fêmeas.

Considerando que as recomendações de P disponível para frangos de corte são as mesmas para machos e fêmeas, o valor de exigência obtido para macho (0,31%) está de acordo com o sugerido pelo NRC (1994), que propõe nível ótimo de 0,30% de P disponível em dietas contendo 3.200 kcal de EM. Porém, está abaixo do recomendado para frangos de corte da linhagem Ross, segundo o AgRoss (2000), de 0,42%, Rostagno et al. (2000), de 0,36%, e Lima (1996), entre 0,33 e 0,35%. Está próximo também do nível recomendado por Rostagno et al. (1996), de 0,344%, e por Gomes et al (1994), de 0,333%, para garantir ótimo desempenho e mineralização óssea.

### Conclusões

A exigência de fósforo disponível para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade é de 0,442% ou 0,142% de P disponível/Mcal de EM e de 0,454% ou 0,146% de P disponível/Mcal de EM, e para a fase de 43 a 53 dias de idade é de 0,310% ou 0,098% de P disponível/Mcal de EM e de 0,240% ou 0,076% de P disponível/Mcal de EM, para machos e fêmeas, respectivamente.

### Literatura Citada

- ABREU, R.D. **Exigência nutricional de fósforo e sua disponibilidade em diversos alimentos para aves**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1989. 142p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- AgROSS – **Manual de Manejo de Frangos de Corte**. SI, p.104, 2000.
- ARBOR ACRES- **Broiler Feeding e Management**. SI., p.17, 1988.
- BRAGA, J.M. **Avaliação de fertilidade do solo (ensaios de campo)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1983. p.101 (Publicação 156).
- CROMWELL, G.L. Biological availability of phosphorus for pigs. **Feedstuffs**, v.52, n.9, p.38-43, 1980.
- DAVIES, M.I.; MOTZOK, I. Properties of chick intestinal phytase. **Poultry Science**, v.51, p.494-501, 1972.
- HUBBARD REZENDE - **Desempenho zootécnico e recomendações nutricionais**. Rezende Alimentos Uberlândia, 1996. Não paginado. (Apostila).
- GOMES, P.C.; GOMES, M.F.M.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.4, p.615-622, 1994.
- LIMA, I.L. **Disponibilidade de fósforo e de flúor de alguns alimentos e exigência nutricional de fósforo para frangos de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 121p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- LIMA, I.L. Níveis nutricionais utilizados nas rações pela indústria avícola. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.389-402.
- MAENZ, D.D.; CLASSEN, H.L. Phytase activity in the small intestinal brush border membrane of the chicken. **Poultry Science**, v.77, p.557-563, 1998.
- MORAN Jr., E.T.; TODD, M.C. Continuous submarginal phosphorus with broilers and the effect of preslaughter transportation: carcass defects, further-processing yields, and tibia-femur integrity. **Poultry Science**, v.73, p.1448-1457, 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of poultry**. 9.ed. Washington, DC: 1994. 155p.
- NELSON, T.S. The hydrolysis of phytate phosphorus by chicks and laying hens. **Poultry Science**, v.55, p.2262-2264, 1976.
- ROSTAGNO, H.S.; BARBARINO Jr., P.; BARBOSA, W.A. Exigências nutricionais das aves determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.361-388.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- SHAFEY, T.M.; McDONALD, M.W. The effects of dietary concentrations of minerals, source of protein, amino acids and antibiotics on the growth of and digestibility of amino acids by broiler chickens. **British Poultry Science**, v.32, p.535-544, 1991.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SKINNER, J.T.; IZAT, A.L.; WALDROUP, P.W. Effects of removal of supplemental calcium and phosphorus from broiler finisher diets. **Journal Applied Poultry Research**, v.1, n.3, p.42-47, 1992a.
- SKINNER, J.T.; WALDROUP, P.W. Effects of calcium and phosphorus levels in starter and grower diets on broilers during the finisher period. **Journal Applied Poultry Research**, v.1, n.3, p. 237-279, 1992b.
- SKINNER, J.T.; ADAMS, M.H.; WATKINS, S.E. et al. Effects of calcium and nonphytate phosphorus levels fed during 42 to 56 days of age on performance and bone strength of male broilers. **Journal Applied Poultry Research**, v.1, n.2, p.167-171, 1992c.

- TEMPERTON, H.; DUDLEY, F.J.; PICKERING, G.J. Phosphorus requirements of poultry.iv. the effects on growing pullets of feeding diets containing on animal protein or supplementary phosphorus. **British Poultry Science**, v.6, n.1, p.125-133, 1965a.
- TEMPERTON, H.; DUDLEY, F.J.; PICKERING, G.J. Phosphorus requirements of poultry.v. the effects during the subsequent laying year of feeding growing diets containing on animal protein or supplementary phosphorus. **British Poultry Science**, v.6, n.1, p.135-141, 1965b.
- TEMPERTON, H.; DUDLEY, F.J.; PICKERING, G.J. Phosphorus requirements of poultry.VI. Phosphorus requirements of growing pullets between 8 and 18 weeks of age. **British Poultry Science**, v.6, n.1, p.143-151, 1965c.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG – Sistema para análise estatística e genética**. Versão 7.1. Viçosa, MG: 1997. 150p. (Manual do usuário)

**Recebido em:** 22/10/03

**Aceito em:** 17/06/04