

## **EFEITO DOS NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL E FONTES DE FOSFATOS SOBRE O DESEMPENHO E A MINERALIZAÇÃO ÓSSEA DE FRANGOS DE CORTE**

*EFFECT OF AVAILABLE PHOSPHORUS LEVELS AND SOURCES OF PHOSPHATES ON THE PERFORMANCE AND BONE MINERALIZATION OF BROILERS*

**L. M. S. FERREIRA<sup>1\*</sup>, S. SGAVIOLI<sup>1</sup>, M. F. M. PRAES<sup>1</sup>, J. C. R. ALVA<sup>1</sup>,  
C. H. F. DOMINGUES<sup>1</sup>, O. M. JUNQUEIRA<sup>1</sup>**

### **RESUMO**

Um experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos de tipos de fosfatos e níveis de fósforo disponível, na alimentação de frangos de corte machos de 1 a 28 dias de idade sobre o desempenho e a mineralização óssea. Dois mil e quatrocentos pintos com um dia de idade foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x4, com quatro tipos de fosfatos: 1. fosfato bicálcico em pó com grânulos menores do que 1 mm (FP); 2. fosfato monobicálcico mistura com máximo de 10% grânulos entre 1 e 2 mm (FM – 10%); 3. fosfato monobicálcico mistura com máximo de 30 a 40% de grânulos entre 1 e 2 mm (FM – 30 a 40%); 4. fosfato monobicálcico granulado com grânulos maiores que 2 mm (FMG) e quatro níveis (0,30; 0,36; 0,42 e 0,48% de fósforo disponível), totalizando 16 tratamentos com cinco repetições de 30 aves cada. As exigências em fósforo disponível dentro de cada tipo de fosfato utilizado foram estimadas por intermédio dos modelos de regressão polinomial. Considerando as respostas biológicas, para as variáveis de desempenho e características ósseas, pôde-se sugerir que a exigência de fósforo disponível, para frangos de corte machos, de 1 a 28 dias de idade, é de 0,48% de fósforo disponível, independente da fonte utilizada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cálcio. Conversão alimentar. Tibiotarso.

### **SUMMARY**

The experiment was conducted to evaluate the effect of phosphate sources and available phosphorus levels present in the diet of male broilers had on performance and bone mineralization. We used 2,400 one-day old chicks that were distributed in a completely randomized design in a 4x4 factorial arrangement, and fed diets containing four types of phosphates: 1) dicalcium phosphate with granules smaller than 1 mm (DP); 2) monocalcium phosphate with up to 10% of granules between 1 and 2 mm (MP – 10%); 3) monocalcium phosphate with 30 to 40% of granules between 1 and 2 mm (MP – 30-40%); and, 4) granulated monocalcium phosphate with granules larger than 2 mm (GMP) and four levels (0.30; 0.36; 0.42 and 0.48%) of available phosphorus, totaling 16 treatments with five replicates of 30 birds each. The available phosphorus requirements for each type of phosphates were estimated by polynomial regression models. Considering the biological responses of the variables, performance and bone mineralization, it could be concluded that 0.48% of available phosphorus is required for male broilers aged between 1 and 28 days, independent of the source.

**KEY-WORDS:** Calcium. Feed conversion. Tibiotarsus.

---

<sup>1\*</sup>Zootecnista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – UNESP. Autor para correspondência: livinha\_msf@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

Um dos nutrientes de maior impacto nos custos de formulação de rações para aves é o fósforo (BORGES, 1997), este desempenha múltiplas funções no metabolismo, em particular na fase inicial de crescimento. O fósforo, juntamente com o cálcio, tem papel preponderante na formação dos ossos, sendo um elemento vital.

Existem hoje no mercado, diferentes tipos de fosfatos, dependendo da mistura, principalmente da forma mono, bicálcico e a mistura de ambos. Dentre as fontes de fósforo, a mais utilizada pelos nutricionistas é o fosfato bicálcico.

Na escolha de uma forma suplementar de fósforo, deve-se levar em conta o custo por unidade do elemento, a forma química em que o elemento está presente, a granulometria, a solubilidade e o teor de impurezas (VIANA, 1985).

Um fator importante que pode interferir na biodisponibilidade do fósforo é o tamanho da partícula do fosfato, uma vez que quanto maior o tamanho da partícula, maior será a biodisponibilidade do elemento (GRIFFITH & SCHEXNAILDER, 1970; POTTER, 1988).

Dentro do exposto, o estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de quatro tipos de fosfatos, adicionados em quatro diferentes níveis de fósforo disponível, na alimentação de frangos de corte sobre o desempenho e a composição do tibiotarso em cinzas, cálcio e fósforo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas instalações experimentais (aviário e abatedouro) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp - Campus de Jaboticabal no período de 11/06/2008 a 08/07/2008. Utilizou-se 2.400 pintos de um dia de idade, em um galpão constituído de 80 parcelas, resultando em 30 aves por parcela. Os pintos da linhagem Cobb foram criados do 1º ao 28º dia de idade.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x4, com quatro tipos de fosfatos: 1. fosfato bicálcico em pó com grânulos

menores do que 1 mm (FP); 2. fosfato monobicálcico mistura com máximo de 10% grânulos entre 1 e 2 mm (FM - 10%); 3. fosfato monobicálcico mistura com máximo de 30 a 40% de grânulos entre 1 e 2 mm (FM - 30 a 40%); 4. fosfato monobicálcico granulado com grânulos maiores que 2 mm (FMG), e quatro níveis (0,30; 0,36; 0,42 e 0,48%) de fósforo disponível, totalizando 16 tratamentos com 5 repetições cada. Todas as formas de fosfato foram analisadas previamente para os cálculos das rações (Tabela 1).

As rações experimentais foram formuladas à base de milho e de farelo de soja, como ingredientes energético e proteico, respectivamente, seguindo-se as recomendações de Rostagno et al. (2005), para frangos de corte machos, diferindo somente nos níveis de fósforo disponível (Tabela 2). Assim, dentro de cada nível de fósforo disponível, as rações experimentais tiveram o mesmo valor nutricional, independente do tipo de fosfato utilizado. Em virtude da semelhança entre as composições químicas dos diferentes fosfatos, formulou-se uma mesma ração basal para cada nível de fósforo disponível. Um inerte (casca de arroz moída) foi utilizado para completar a percentagem da ração.

Ao final do período experimental (28 dias de idade) realizou-se o controle do ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, peso médio e viabilidade decratória.

Aos 28 dias de idade, foram retiradas ao acaso quatro aves por parcela, totalizando dezesseis aves por tratamento e 320 aves no total. Estas foram identificadas individualmente por anilhas numeradas em uma das pernas, passaram por um período de oito horas de jejum, sendo posteriormente pesadas e abatidas. As amostras do tibiotarso direito de cada ave abatida foram analisadas, para a determinação de cinzas ósseas, cálcio e fósforo.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento *General Linear Model* (GLM) do SAS<sup>®</sup> (2002). Quando a análise de variância indicou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) foi realizado o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade. As exigências em fósforo disponível dentro de cada tipo de fosfato utilizado foram estimadas por intermédio dos modelos de regressão polinomial.

**Tabela 1** - Composição química dos fosfatos.

<i>Fontes de fósforo</i>	<i>Cálcio (%)</i>	<i>Fósforo (%)</i>
FP	22,40	18,70
FM - 10%	20,00	20,50
FM - 30 a 40%	19,00	20,80
FMG	18,90	20,00

FP = Fosfato bicálcico em pó com grânulos menores do que 1 mm; FM - 10% = Fosfato monobicálcico mistura com máximo de 10% grânulos entre 1 e 2 mm; FM - 30 a 40% = Fosfato monobicálcico mistura com máximo de 30 a 40% de grânulos entre 1 e 2 mm; FMG = Fosfato monobicálcico granulado com grânulos maiores que 2 mm.

**Tabela 2** - Composição centesimal e valor nutricional calculado<sup>1</sup> das rações basais.

<i>Ingredientes</i>	<i>Fósforo Disponível (%)</i>			
	0,30	0,36	0,42	0,48
Milho	59,03	58,93	58,73	58,53
Farelo de soja	36,40	36,50	36,50	36,60
Calcário calcítico	1,70	1,50	1,40	1,20
Óleo de soja	1,00	1,00	1,00	1,00
Porção variável *	1,00	1,20	1,50	1,80
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40
Suplemento mineral vitamínico**	0,40	0,40	0,40	0,40
DL-Metionina (99%)	0,20	0,20	0,20	0,20
L-Lisina (78%)	0,07	0,07	0,07	0,07
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

\* A porção variável se constituiu da fonte de fósforo e ou inerte, para que todas as rações contivessem os níveis desejados de fósforo disponível.

\*\* Nutrientes por quilograma de ração: Vit. A 10.020 UI, Vit.D3 2.010 UI, Vit. E 15 mg, Vit. K3 2,50 mg, Vit. B1 1,5 mg, Vit. B2 5,01 mg, B6 1,5 mg, Vit. B12 12 mcg, Ácido Fólico 0,6 mg, Biotina 0,05 mg, Niacina 35 mg, Pantotenato de Cálcio 11,22 mg, Cobre 6 mg, Cobalto 0,10 mg, Iodo 1,02 mg, Ferro 50 mg, Manganês 65 mg, Zinco 45 mg, Selênio 0,21 mg, Cloreto de Colina (50%) 700 mg, Coccidicida 80 mg, Promotor de crescimento (bacitracina de zinco) 80 mg, Antioxidante 12 mg e Veículo (52,8%) .

<sup>1</sup> Valor nutricional calculado: Energia (kcal/kg) 2.960; proteína bruta (%) 21,620; cálcio (%) 1,00; sódio (%) 0,220; lisina total (%) 1,234; lisina digestível (%) 1,200 (%); metionina total (%) 0,564; metionina digestível (%) 0,549; metionina+cistina total (%) 0,924; metionina+cistina digestível (%) 0,910; treonina total (%) 0,838; treonina digestível (%) 0,732.

**Tabela 3** - Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte machos na fase de 1 a 28 dias de idade.

<i>Tratamentos<sup>1</sup></i>	<i>Características avaliadas</i>			
	GP (g)	CR	CA (g/g)	VC (g)
	<i>Níveis de fósforo disponível (NF)</i>			
0,30%	1157,62	2046,55	1,77	98,57
0,36%	1149,04	2041,34	1,78	96,88
0,42%	1193,88	2097,09	1,76	98,54
0,48%	1206,32	2086,66	1,73	98,33
	<i>Tipos de fosfato (TF)</i>			
FP	1217,75	2098,45	1,72	97,56
FM – 10%	1135,22	2022,59	1,78	98,75
FM – 30 a 40%	1198,78	2087,70	1,74	97,78
FMG	1155,10	2062,90	1,79	98,13
	<i>Valores de F</i>			
Níveis de fósforo	6,95*	1,10 <sup>NS</sup>	0,89 <sup>NS</sup>	1,83 <sup>NS</sup>
Tipos de fosfato	13,17*	1,58 <sup>NS</sup>	2,29 <sup>NS</sup>	0,75 <sup>NS</sup>
Interação TF X NF	2,82*	1,03 <sup>NS</sup>	2,02*	1,16 <sup>NS</sup>
CV(%)	3,57	5,18	4,68	2,36

\* significativo ao nível de 5%; NS = não significativo. <sup>1</sup> FP = Fosfato bicálcico em pó com grânulos menores do que 1 mm; FM – 10% = Fosfato monobicálcico mistura com máximo de 10% grânulos entre 1 e 2 mm; FM – 30 a 40% = Fosfato monobicálcico mistura com máximo de 30 a 40% de grânulos entre 1 e 2 mm; FMG = Fosfato monobicálcico granulado com grânulos maiores que 2 mm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as características ganho de peso e conversão alimentar, ocorreram interações significativas entre os níveis de fósforo disponível e os tipos de fosfato utilizados ( $p < 0,05$ ) (Tabela 3).

Com relação ao fosfato monobásico mistura com máximo de 30 a 40% de grânulos entre 1 e 2 mm, para o ganho de peso, os níveis de fósforo disponível demonstraram efeito linear crescente, conforme a equação:  $GP = 640,95x + 948,81$  ( $R^2 = 0,80$ ). O ganho de peso dos frangos alimentados com fosfato monobásico mistura com máximo de 10% grânulos entre 1 e 2 mm, apresentaram efeito quadrático com os níveis de fósforo disponível estudados, conforme a equação:  $GP = 11406x^2 - 8595,6x + 2701,3$  ( $R^2 = 0,93$ ). Devido ao comportamento côncavo da curva quadrática não foi possível estimar-se o nível ótimo de fósforo disponível para obter-se o valor máximo de ganho de peso. Portanto, foi possível observar que o nível de 0,48% de fósforo disponível resultou nos maiores resultados para o ganho de peso, para ambos os tipos de fosfatos (Figura 1).

Os resultados obtidos estão de acordo com os de Cortelazzi (2006), que em trabalho utilizando diferentes fontes de fósforo (fosfato monobásico, fosfato bicasico e fosfato monossódico), com dois níveis de fósforo disponível (0,24 e 0,48%), na fase inicial (1 a 21 dias de idade), observou o maior ganho de peso das aves, quando estas foram alimentadas com a ração formulada com 0,48% de fósforo disponível, quando comparadas com as aves alimentadas com 0,24% de fósforo disponível.

Queiroz et al. (2008) em estudo com diferentes tipos de fosfatos (fosfato defluorizado, monobásico e bicasico), com quatro níveis de fósforo disponível, 0,25%; 0,35%; 0,45% e 0,55%, na fase inicial (1 a 21 dias de idade), observaram sobre o desempenho das aves, que os valores máximos de ganho de peso, foram obtidos quando as aves foram alimentadas com uma ração com 0,44% de fósforo disponível.

Apesar de inúmeras pesquisas conduzidas para se estabelecer as exigências de frangos de corte em fósforo disponível, os resultados ainda são conflitantes, variáveis como temperatura, umidade do ar, linhagem e manejo, são as principais responsáveis por tais contrastes.

Para o fosfato monobásico mistura com máximo de 10% grânulos entre 1 e 2 mm, com relação à conversão alimentar, os diferentes níveis em fósforo disponível demonstraram efeito quadrático, conforme a equação:  $CA = -15,233x^2 + 12,04x + 0,5259$  ( $R^2 = 0,93$ ). Devido ao comportamento convexo da curva quadrática, não foi possível estimar-se o nível ótimo de fósforo disponível para obter-se o melhor valor de conversão alimentar. Os níveis extremos de 0,30 e 0,48% de fósforo disponível resultaram nos melhores resultados para a conversão alimentar (Figura 2).

A CA dos frangos alimentados com fosfato monobásico mistura com máximo de 30 a 40% de grânulos entre 1 e 2 mm, demonstrou efeito linear decrescente, conforme a equação:  $CA = -0,8373x + 2,0681$  ( $R^2 = 0,85$ ), no qual o maior nível de fósforo

disponível (0,48%), apresentou o melhor resultado para esta característica (Figura 2). Queiroz et al. (2008) avaliando diferentes tipos de fosfatos e quatro níveis de fósforo disponível, na fase de 1 a 21 dias de idade, observaram que o melhor resultado para a conversão alimentar, foi obtido com as aves alimentadas com uma ração com 0,45% de fósforo disponível.

Para a característica consumo de ração e viabilidade criatória verificou-se (Tabela 3), que não ocorreu efeito significativo, para os níveis de fósforo disponível e tipos de fosfatos utilizados, assim como a interação também não apresentou efeito significativo ( $p > 0,05$ ).

Os resultados demonstrados por meio de regressões quadráticas, apresentaram tendências quanto ao uso do nível de fósforo disponível em rações para frangos de corte de 1 a 28 dias de idade, no entanto, não foram encontrados valores ótimos de fósforo disponível para o máximo desempenho destas aves, devido ao comportamento das curvas.

Para cinzas (Tabela 4) verificou-se, que ocorreu efeito quadrático para os níveis de fósforo disponível utilizados ( $p < 0,05$ ), conforme a equação:  $Cz = -134,22x^2 + 114,2x - 5,9486$  ( $R^2 = 0,95$ ). Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (1995), que encontraram valores crescentes de cinzas no fêmur, à medida que se elevou o nível de fósforo disponível na ração de 0,15 a 0,45%, verificando pouca alteração quando este nível foi aumentado para 0,54%. Gomes et al. (1993) também verificaram valores crescentes para cinzas no tibiotarso até o nível de 0,34% de fósforo disponível, permanecendo constantes quando se elevaram os níveis para 0,42 e 0,50%.

Vários autores, como Libal et al. (1969), Koch et al. (1984) e Gomes et al. (1993), relataram que o requerimento de fósforo para otimizar o desempenho é inferior àquele requerido para maximizar o desenvolvimento dos ossos. No entanto, no presente estudo esta hipótese não foi comprovada, pois para as variáveis de desempenho o nível ótimo foi de 0,48%, enquanto que para a quantidade de cinzas no tibiotarso, o nível ótimo pôde ser visualizado antes deste ponto (Figura 3).

Para o teor de cálcio nas tíbias dos frangos, apesar de a variável ter apresentado interação significativa ( $p < 0,05$ ), entre os níveis de fósforo disponível e os tipos de fosfatos utilizados, não se observou efeito de regressão significativo, dentro de cada tipo de fosfato utilizado ( $p > 0,05$ ), ao realizar-se o desdobramento da interação.

Com relação ao fósforo total verificou-se (Tabela 4), que não ocorreram efeitos significativos, para os níveis de fósforo disponível e tipos de fosfatos utilizados ( $p > 0,05$ ).

## CONCLUSÃO

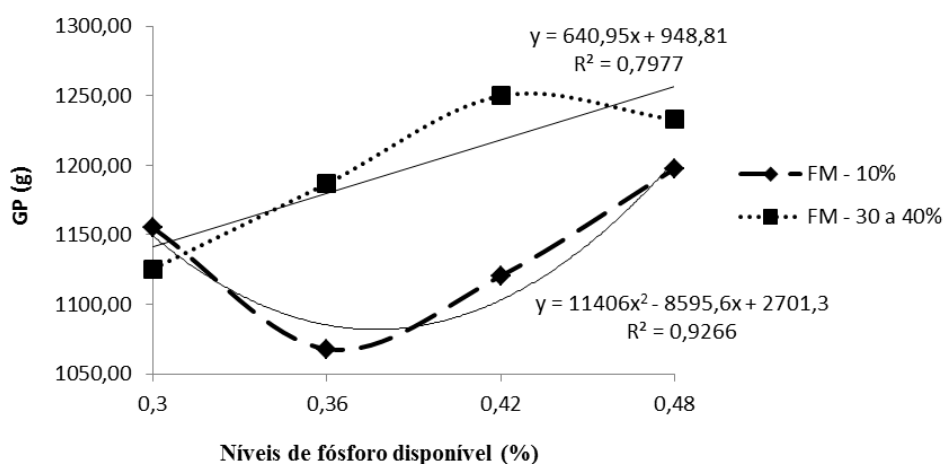
Considerando as respostas biológicas, para as variáveis de desempenho e características ósseas, pôde-se sugerir que a exigência de fósforo disponível, para frangos de corte machos, de 1 a 28 dias de idade, é de 0,48% de fósforo disponível, independente da fonte utilizada.

**Tabela 4** - Cinzas (Cz), fósforo total (Pt), cálcio (Ca) e matéria mineral (Mm) na tibia de frangos de corte machos aos 28 dias de idade, na matéria seca desengordurada.

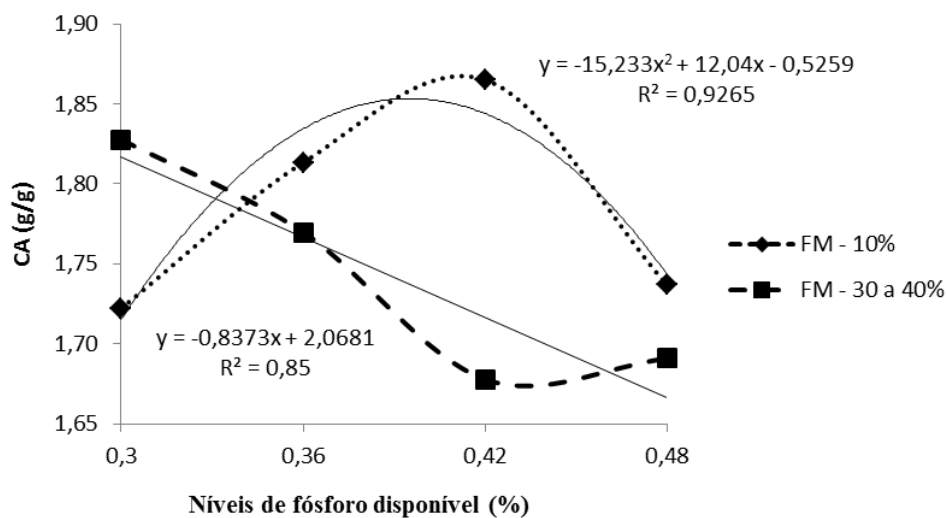
Tratamentos <sup>1</sup>	Características avaliadas			
	Cz (g)	Pt (%)	Ca (%)	Mm (%)
<b>Níveis de fósforo (NF)</b>				
0,30%	16,15	17,58	35,27	99,47
0,36%	18,02	17,67	35,21	99,49
0,42%	18,08	17,71	35,03	99,52
0,48%	18,02	17,60	34,76	99,51
<b>Tipos de fosfato (TF)</b>				
FP	17,76	17,60	34,51	99,50
FM – 10%	17,37	17,58	35,44	99,50
FM – 30 a 40%	17,69	17,65	34,84	99,54
FMG	17,56	17,73	35,44	99,45
<b>Valores de F</b>				
Níveis de fósforo	22,92*Q	0,43 <sup>NS</sup>	0,64 <sup>NS</sup>	0,37 <sup>NS</sup>
Tipos de fosfato	0,75 <sup>NS</sup>	0,53 <sup>NS</sup>	1,85 <sup>NS</sup>	0,87 <sup>NS</sup>
Interação NF X TF	0,71 <sup>NS</sup>	1,61 <sup>NS</sup>	1,92*	1,07 <sup>NS</sup>
CV(%)	7,03	3,28	5,98	0,23

\* significativo ao nível de 5%; NS = não significativo. <sup>1</sup> FP = Fosfato bicálcico em pó com grânulos menores do que 1 mm; FM – 10% = Fosfato monobicálcico mistura com máximo de 10% grânulos entre 1 e 2 mm; FM – 30 a 40% = Fosfato monobicálcico mistura com máximo de 30 a 40% de grânulos entre 1 e 2 mm; FMG = Fosfato monobicálcico granulado com grânulos maiores que 2 mm.

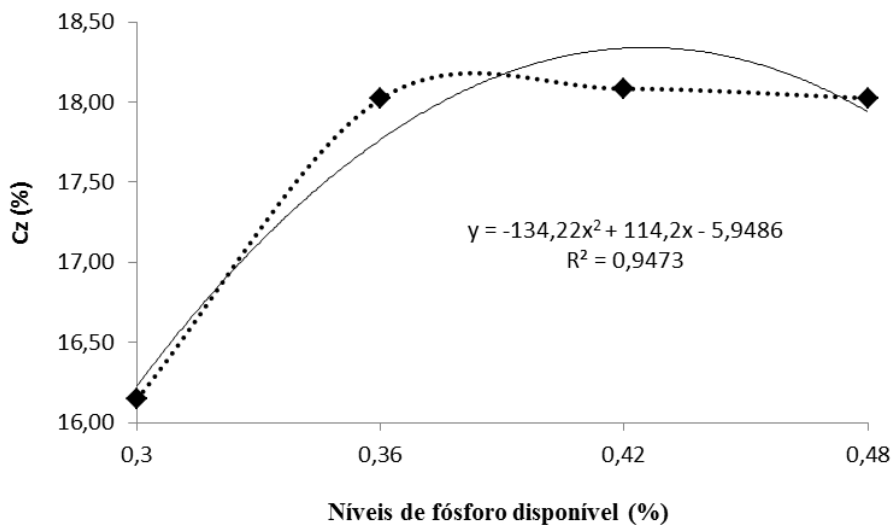
\*Q = efeito de regressão quadrático (P<0,05).



**Figura 1** - Efeito dos níveis de fósforo disponível sobre ganho de peso das aves de 1 a 28 dias de idade, para o fosfato monobicálcico mistura com máximo de 10% grânulos entre 1 e 2 mm (FM-10%) e para o fosfato monobicálcico mistura com máximo de 30 a 40% de grânulos entre 1 e 2 mm (FM- 30 a 40%).



**Figura 2** - Efeito dos níveis de fósforo disponível sobre conversão alimentar das aves de 1 a 28 dias de idade, para o fosfato monobásico mistura com máximo de 10% grânulos entre 1 e 2 mm (FM-10%) e para o fosfato monobásico mistura com máximo de 30 a 40% de grânulos entre 1 e 2 mm (FM- 30 a 40%).



**Figura 3** - Efeito dos níveis de fósforo disponível sobre as cinzas no tibiotarso de frangos d corte machos com 28 dias de idade.

## REFERÊNCIAS

1985. Piracicaba, **Anais...** Piracicaba, FEALQ, p.47-66, 1985.

BORGES, F. M. O. **Utilização de enzimas em dietas avícolas.** Caderno Técnico da escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, n.20, p.5-30, 1997.

CORTELAZZI, C. Q. L. **Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos para alimentação animal.** 62p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

GOMES, P. C.; GOMES, M. F. M.; LIMA, G. J. M. M.; BELLAVAR, C. Exigência de fósforo e sua disponibilidade nos fosfatos monoamônio e monocálcico para frangos de corte até 21 dias de idade. **Comunicado Técnico 198, EMBRAPA-CNPSA,** p.1-2, 1993.

GRIFFITH, G.; SCHEXNAILDER, R. The relation of dietary particle size to phosphorus availability in purified diets. **Poultry Science,** v.49, p.1271-74, 1970.

KOCH, M. E.; MAHAN, D. C.; COR-LEY, J. R. An avaluation of various biological characteristics in accessing low phosphorus intake in weanling swine. **Journal of Animal Science,** v.59, p.1546-1556, 1984.

LIBAL, G. W.; PEO, E. R.; ANDREWS, R. P. Levels of calcium and phosphorus for growing-finishing swine. **Journal of Animal Science,** v.28, n.1, p.331-335, 1969.

PARMER, T. G.; CAREW, L. B.; ALTER, F. A. Thyroid function, growth hormone, and organ growth in broiler deficient in phosphorus. **Poultry Science,** v.66, p.1995-2004, 1987.

POTTER L M. Biological values of phosphorus from various sources for young turkey. **Poultry Science,** v.67, p.96-102, 1988.

QUEIROZ, L. S. B.; BERTECHINI, A. G.; RODRIGUES, P. B.; GUERREIRO, M. C. **Utilização de fosfatos comerciais para frangos de corte na fase inicial.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, n.10, p.1421-1427, 2008.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Composição de alimentos e exigências nutricionais. (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos).** 2ª Edição. Viçosa: UFV, p.186, 2005.

SAS INSTITUTE INC. **SAS System for Microsoft Windows,** Release 6.12. Cary. NC,. USA, 2002.

VIANA, J. A. C. Fontes de sais minerais para bovinos e o desafio de suplementos de fósforo no Brasil In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3,