

**BIODISPONIBILIDADE RELATIVA DO  
FÓSFORO DE FOSFATOS COMERCIAIS  
PARA FRANGOS DE CORTE NA FASE  
INICIAL**

**LIVYA STEFANE BORGES DE QUEIROZ**

**2008**

**LIVYA STEFANE BORGES DE QUEIROZ**

**BIODISPONIBILIDADE RELATIVA DO FÓSFORO DE FOSFATOS  
COMERCIAIS PARA FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Antonio Gilberto Bertechini

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Queiroz, Livya Stefane Borges de.

Biodisponibilidade relativa do fósforo de fosfatos comerciais  
para frangos de corte na fase inicial / Livya Stefane Borges de  
Queiroz. -- Lavras : UFLA, 2008.

81 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Antonio Gilberto Bertechini.

Bibliografia.

1. Biodisponibilidade. 2. Fósforo. 3. Desempenho. 4. Frango de corte.  
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 636.513  
-636.508527

**LIVYA STEFANE BORGES DE QUEIROZ**

**BIODISPONIBILIDADE RELATIVA DO FÓSFORO DE FOSFATOS  
COMERCIAIS PARA FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em 27 de fevereiro de 2008.

Prof. Dr. Mário César Guerreiro UFLA

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues UFLA

Prof. Dr. José Augusto de Freitas Lima UFLA

Prof. Dr. Antonio Gilberto Bertechini  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

À Deus, pela existência. Aos meus pais, Pedro Queiroz da Silva e Zilani Borges da Silva, pela minha vida; por todos os momentos de amor e carinho, pelo companheirismo; pelo exemplo de força, caráter, respeito, fé e de muita persistência...

### **DEDICO**

Aos meus irmãos, Alessandra e Pedro Henrique, pelo amor e incentivos.

Aos meus cunhados e amigos, Luis e Aline, pelo apoio e amizade.

### **OFEREÇO**

*“Há duas formas para viver a sua vida: uma é acreditar que não existe milagre. A outra é acreditar que todas as coisas são um milagre”.*

*Albert Einstein*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao colegiado do curso de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo período de concessão de bolsa de estudo.

Ao Professor Antônio Gilberto Bertechini, pela orientação, ensinamentos e amizade durante todo o curso.

A todos os funcionários do Departamento de Zootecnia, e em especial, aos funcionários do laboratório Márcio S. Nogueira e José Virgílio, pelo agradável convívio e contribuição nas análises laboratoriais.

Aos integrantes do Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícola (NECTA), por toda a ajuda e apoio durante a condução e realização dos experimentos.

Aos amigos Jerônimo Ávito G. de Brito e Júlio C.C. de Carvalho, pela amizade e contribuições indispensáveis para a realização deste trabalho.

Às amigas de graduação presentes, apesar da distância: Michele Simili, Érica Sernagiotto, Janaína Ramos, Cristiane Reis e em especial, à grande amiga Ana Luisa L. da Costa, pelas confidências, apoio e pelos bons anos de amizade, que se eternizem.

Aos amigos: Ana Paula Fulan, Gislene Oda, João Fernando Carvalho, Rafael Coutinho, Fabiano Simioni, Mariana Roque, Ivan Allaman, Adimar C. Junior, Gustavo e Luziane Moreira, por marcarem essa fase deixando a sensação de saudade.

Pelo amor e incentivo constante da minha família.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente, porém, de forma indispensável.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Livya Stefane Borges de Queiroz, filha de Pedro Queiroz da Silva e Zilani Borges da Silva, nasceu em 11 de fevereiro de 1983, na cidade de São José dos Quatro Marcos, MT.

Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), em julho de 2006.

Em agosto de 2006, ingressou no curso de mestrado em Zootecnia, na área de concentração Nutrição de Monogástricos, na Universidade Federal de Lavras (UFLA), defendendo a dissertação em 27 de fevereiro de 2008.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iv
CAPÍTULO I.....	1
1 Introdução.....	2
2.Referencial teórico.....	3
2.1 Importância do fósforo na alimentação de frangos de corte.....	3
2.2 Absorção e relação cálcio:fósforo.....	4
2.3 Fontes de fósforo.....	6
2.4 Biodisponibilidade de P e exigência nutricional para frangos de corte.....	11
3. Referências bibliográficas.....	15
CAPÍTULO II: Avaliação da biodisponibilidade relativa mineral em fosfatos comerciais usados na alimentação de frangos de corte.....	20
Resumo.....	21
Abstract.....	22
1. Introdução.....	23
2 Materiais e métodos.....	24
2.1 Local e período experimental.....	24
2.2 Ensaio experimental – Animais, instalação e delineamentos experimentais.....	24
2.2.1 Ensaio 1 – Desempenho, cinzas ósseas e retenção de P de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade submetidos às rações contendo duas fontes de P com diferentes níveis de Pd.....	24
2.2.2 Ensaio 2 - Desempenho, cinzas ósseas e retenção de P de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade submetidos as rações contendo diferentes fontes de P com dois níveis de Pd.....	25
2.2.3 Ensaio 3 – Biodisponibilidade relativa de fósforo de fosfatos utilizados na alimentação de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade.....	26
2.3 Manejo experimental (ensaios 1 e 2).....	29
2.4 Variáveis analisadas (ensaios 1 e 2).....	30
2.4.1 Desempenho.....	30
2.4.2 Cinzas ósseas .....	30
2.4.3 Balanço de fósforo.....	31
2.5 Análises estatísticas.....	31
3. Resultados e discussão.....	33
3.1 Ensaio 1 – Desempenho, cinzas ósseas e retenção de P de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade submetidos às rações contendo duas fontes de P com diferentes níveis de Pd.....	33
3.1.1 Desempenho.....	33
3.1.2 Cinzas ósseas.....	35



3.1.3 Excreção e retenção de fósforo.....	36
3.2 Ensaio 2 - Desempenho, cinzas ósseas e retenção de P de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade submetidos as rações contendo diferentes fontes de P com dois níveis de Pd.....	37
3.2.1 Desempenho.....	37
3.2.2 Cinzas ósseas.....	39
3.2.3 Excreção e retenção de fósforo.....	41
3.3 Ensaio 3 – Biodisponibilidade relativa de fósforo de fosfatos utilizados na alimentação de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade.....	42
4 Conclusões.....	46
5 Referências Bibliográficas.....	47
CAPÍTULO III: Reavaliação das exigências de Pd com o uso do MAP como fonte de P.....	50
Resumo.....	51
Abstract.....	52
1. Introdução.....	53
2 Materiais e métodos.....	54
2.1 Local e período experimental.....	54
2.2 Animais e instalação.....	54
2.2 Delineamento, tratamentos e manejo experimental.....	54
2.3 Ensaio metabólico.....	58
2.4 Variáveis analisadas.....	58
2.4.1 Desempenho.....	58
2.4.2 Cinzas ósseas .....	58
2.4.4 Balanço de fósforo.....	59
2.4.5 Análise estatística.....	59
3. Resultados e discussão.....	60
3.1 Desempenho.....	60
3.2 Cinzas ósseas.....	62
3.4 Excreção e retenção de fósforo.....	63
4 Conclusões.....	66
5 Referências bibliográficas.....	67
ANEXO.....	69

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP	Molécula de trifosfato de adenosina
BRP	Biodisponibilidade relativa de fósforo
Ca	Cálcio
CRP	Coefficiente de retenção de fósforo
DFP	Fosfato defluorizado
FMC-A	Fosfato monocálcico A
FMC-B	Fosfato monocálcico B
FB-A	Fosfato bicálcico A
FB-B	Fosfato bicálcico B
FB-C	Fosfato bicálcico C
MAP	Monoamônio fosfato
MG	Minas Gerais
P	Fósforo
Pt	Fósforo total
Pd	Fósforo disponível

## RESUMO

QUEIROZ, Livya Stefane Borges de. **Biodisponibilidade relativa do fósforo de fosfatos comerciais para frangos de corte na fase inicial**. 2008, 81p. (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.

Os experimentos foram conduzidos com o objetivo de avaliar a biodisponibilidade relativa de fósforo (BRP) de fosfatos comerciais utilizados na alimentação de frangos de corte e avaliar a exigência de Pd com o uso do fosfato monoamônio (MAP) como fonte de P para frangos de corte na fase inicial (1 a 21 dias). Para a avaliação da biodisponibilidade relativa (BDR) de P, foram conduzidos 3 ensaios experimentais. No primeiro ensaio, foram comparados os fosfatos monoamônio (MAP) e monocálcico A (FMC-A) com quatro níveis de Pd: 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%; e os fosfatos defluorizado (DFP), monocálcico B (FMC-B), bicálcico A (FB-A), bicálcico B (FB-B) e bicálcico C (FB-C), com 2 níveis de Pd (0,30 e 0,40%), no segundo ensaio. No terceiro ensaio, foram avaliadas a BRP dos fosfatos, sendo adotada a técnica da abscissa e o FMC-A como padrão (valor 100%). Para a avaliação das exigências de fósforo disponível com o uso do MAP, foram utilizados 5 níveis de Pd (0,28; 0,34; 0,40; 0,46 e 0,52% de Pd), associados a 2 níveis de cálcio (1,00 e 0,60%). Em ambos os experimentos, avaliaram-se o desempenho das aves através do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar (g/g); cinzas ósseas (%), através da análise da tíbia; retenção (%) e excreção de Pt (g/dia). Houve interação significativa ( $P < 0,01$ ) entre o MAP e FMC-A nos níveis de Pd estudados, com valores máximos de CR e GP com o nível de 0,44% de Pd, utilizando o FMC-A como fonte de P. Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos níveis e das fontes sobre o teor de cinzas nas tíbias de frangos de corte na fase de crescimento, com maior mineralização óssea para as aves que receberam os tratamentos com 0,4% de Pd e o FMC-B como fonte, quando comparado ao DFP. Na avaliação da BRP, utilizando as cinzas da tíbia como variável resposta, pode-se observar resultado superior do FMC-B (102,18%) e inferior para o MAP (98,13%). Ao avaliar o MAP como fonte de P na alimentação de frangos de corte, observou-se interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de P e Ca da dieta, com maiores teores de cinzas ósseas e melhor resultado de desempenho com o uso de 0,60% de Ca, apenas com a utilização do menor nível de P estudado (0,28%). Através da análise de regressão, utilizando o nível de 1,0% de Ca na ração, pode-se observar melhores resultados de desempenho e de cinzas ósseas, quando utilizado o nível de 0,42% e 0,439% de Pd, respectivamente. Ao utilizar o MAP como fonte de P em rações de frangos de corte na fase de crescimento, a utilização dos níveis de 0,43% de Pd e 1,00% de Ca é suficiente para promover

resultados satisfatórios de desempenho e mineralização óssea. As fontes de P avaliadas apresentaram pequenas diferenças nos valores de BRP, com resultado superior para o FMC-B ao utilizar as cinzas ósseas como variável resposta.

---

\*Comitê de Orientação: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (Orientador), Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Co-Orientador)

## ABSTRACT

QUEIROZ, Livya Stefane Borges de. **Relative bioavailability of phosphorous in commercial phosphates for broilers in starter phase**. 2008, 81p. (Dissertation - Master in Animal Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.

The experiments were conducted with the objective to evaluate the relative bioavailability of the phosphorous (BRP) in commercial phosphates utilized in broilers feeding and evaluate the phosphorus (Pd) requirements using of the monoammonium phosphate (MAP) as a source of phosphorous (P) to the broilers in the starter phase (1 to 21 days). Three assays were conducted to determinate the relative bioavailability of phosphorus (BRP). In the first, the monoammonium phosphate (MAP) and the monocalcium A (PMC-A) were compared with four levels of Pd: 0.25; 0.35; 0.45 and 0.55%. In the second, defluorinated phosphates (DFP), monocalcium B (PMC-B), dicalcium A (PB-A), dicalcium B (PB-B) and dicalcium C (PB-C) were compared with two levels of Pd (0.30 and 0.40%). In the third assay, were evaluated the phosphates BRP, the abscissa technique was adopted and the PMC-A was taken as a standard (value of 100%). To evaluate the requirements of Pd using the MAP, were utilized five levels of Pd (0.28; 0.34; 0.40; 0.46 and 0.52% of Pd), associated to two levels of calcium (1.00 and 0.60%). In both experiments, were evaluated the performance of the birds by the feed intake, body weight gain and the feed conversion (g/g); bone ashes (%) by the analysis of the tibia; the retention (%) and the Pt excreted (g/day). There was interaction ( $p < 0.01$ ) between the MAP and the PMC-A in the Pd levels studied, with feed intake and body weight gain maximum values in the level of 0.44% of Pd, using the PMC-A as a source of P. There was a significant effect ( $p < 0.05$ ) of the levels and the P sources in the tibias ashes for the broilers in the starter phase, with higher bone mineralization for the birds that received the treatment with 0.40 % of Pd and the PMC-B as a source, when compared to the DFP. In the BRP evaluation, using the tibia's ashes as the response variable observed superior results for the PMC-B (102.18%) and inferior results for the MAP (98.13%). In the MAP evaluation as a P source, was observed significant interaction ( $p < 0.05$ ) between the levels of P and Ca in the diet, with higher bone ashes and better performance using 0.60% of the Ca, with lowest level of the studied P (0.28%). Thru the regression analysis, utilizing 1.0% of the Ca in the diet, observed better performances and bone ashes using the Pd levels of 0.420% and 0.439%, respectively. When the MAP was utilized as a P source in the starter phase, the utilization of the Pd level of 0.43% and the Ca level of 1.00% is enough to get satisfactory performance and better bone mineralization. The evaluated sources of P

presented small differences in the BRP values, with superior results to the PMC-B when the bone ashes are utilized as a response variable.

---

\*Guidance Committee: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (Adviser), Paulo  
Borges                          Rodrigues                          –                          UFLA

## **CAPÍTULO I**

## 1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira é referência mundial no fomento de tecnologia e produção. O sucesso da atividade avícola é resultado do equilíbrio entre lucro e produção, sendo a alimentação responsável por 70 a 80% do custo total, justificando o elevado número de pesquisas desenvolvidas na área. Neste contexto, a suplementação mineral é responsável por uma parcela significativa no custo das rações, enfatizando-se a importância do conhecimento das diferentes fontes utilizadas na alimentação de frangos de corte.

A alimentação de frangos de corte baseada em uma dieta de milho e farelo de soja é muito deficiente em fósforo disponível, não sendo suficiente para atender as exigências nutricionais das aves, tornando necessária a suplementação do mesmo através de fontes de origem animal ou mineral, considerados como totalmente disponíveis para as aves. A tendência de utilização de fontes alternativas ao uso de ingredientes de origem animal, como a farinha de carne e ossos, destaca a utilização dos fosfatos como o principal meio de suplementação de fósforo na alimentação de frangos de corte.

Os estudos de disponibilidade são importantes para avaliar o grau de aproveitamento do P pelas aves, pois a suplementação deste mineral é onerosa e o seu excesso pode contaminar o ambiente através da excreção pelas aves.

Objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar a biodisponibilidade relativa de fósforo de fosfatos comerciais utilizados como fontes de fósforo na alimentação de frangos de corte e avaliar as exigências de fósforo disponível quando se usa o Monoamônio Fosfato (MAP) como fonte de fósforo na fase inicial de crescimento (1 a 21 dias de idade) dessas aves.



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Importância do fósforo na alimentação de frangos de corte

O fósforo (P) está envolvido em funções metabólicas essenciais no organismo, sendo imprescindível que esteja em nível adequado nas rações para atender as exigências do animal. O cálcio e o P estão estreitamente relacionados no metabolismo orgânico, constituindo mais de 70% da cinza corporal, sendo que 99% do cálcio e 80% do fósforo estão presentes principalmente nos ossos (Bertechini, 2006).

Entre suas principais funções, o fósforo é considerado elemento essencial para a formação da estrutura óssea, participa da formação de membranas celulares, é componente dos ácidos nucleicos envolvidos no crescimento e na diferenciação celular, participa na manutenção do equilíbrio osmótico e eletrolítico, é essencial para utilização e transferência de energia (na forma de ATP), necessário para a formação dos fosfolipídeos, o transporte de gorduras e a síntese de aminoácidos e proteínas, e, ainda, participa no controle do apetite e na eficiência alimentar (Runho et al., 2001).

O P é essencial para todas as formas de vida na Terra, não apresentando efeitos deletérios conhecidos, quando utilizados em níveis adequados. A principal preocupação associada ao fósforo no ambiente seria seu efeito na eutrofização de ecossistemas aquáticos (Schaefer et al., 2000). A eutrofização é um problema que ocorre onde existe freqüente aplicação de dejetos de aves como adubo, onde a concentração máxima de fósforo no solo pode ser ultrapassada (assim como de nitrogênio), podendo o excesso ser lixiviado e alcançar o lençol freático. Destacam-se, ainda, aumentos excessivos nas concentrações de cobre, zinco e outros elementos potencialmente tóxicos, com a aplicação excessiva de esterco no solo (Silva, 2004).

Embora seja um elemento essencial para os processos vitais, o P é relativamente pouco abundante na natureza, pois constitui apenas 0,12% da crosta terrestre, enquanto que outros minerais estão na ordem de 5,0% para o ferro; 3,6% para o cálcio; 2,0% para o potássio e 2,1% para o magnésio (Butolo, 2002).

Na natureza, o P é amplamente distribuído e pode ser encontrado em todos os alimentos de origem vegetal. Nos vegetais, o maior percentual está presente na forma de ácido fítico, que não é digerido pelos animais não ruminantes e, portanto não é aproveitado. O fósforo ingerido na forma de fitatos por animais não ruminantes é pouco disponível devido a ausência de fitases. A adição destas enzimas nas dietas destes animais aumenta a disponibilidade do elemento. Para ruminantes o fitato é altamente disponível devido a presença de bactérias ruminais que disponibilizam o P dos vegetais (McDowell, 1992).

A molécula de fitato, além do fósforo, contém outros minerais mono ou divalentes, como o cálcio, zinco, cobre, ferro, potássio, magnésio e o manganês, indispensáveis para os animais não ruminantes que não podem absorvê-los desta forma (Borgatti, 2005). Desta forma, em rações formuladas para as aves, o fornecimento de fósforo disponível (Pd) pelas fontes de origem vegetal não são suficientes para atender as exigências nutricionais para o adequado desempenho e mineralização óssea, havendo necessidade de suplementação com fontes de P na forma inorgânica, que geralmente apresentam diferentes valores de biodisponibilidade (Rostagno et al., 2000).

## **2.2 Absorção e relação cálcio : fósforo**

O fósforo pode ser ingerido na forma inorgânica como mono, di ou trifosfato, ou na forma orgânica como fitatos, fosfolipídeos ou fosfoproteínas. A absorção do P ocorre no intestino delgado sob a forma de ortofosfato. A taxa com que é absorvido depende de vários fatores reguladores como o pH

intestinal, nível de fósforo da dieta, relação cálcio:fósforo, vitamina D (Hays; Swenson, 1988), a forma de processamento dos ingredientes, fontes utilizadas na dieta, idade, sexo, nível de gordura, de proteína e de energia, condições ambientais, níveis circulantes de hormônios, agentes quelantes e outros elementos minerais (Al, Cu, Mg, Zn, Mn, Fe, Se), que são antagônicos à absorção e utilização do P (Figueirêdo, 1998).

O excesso do nível de magnésio na ração, que leva a um aumento de magnésio e de fósforo no osso, na forma de fosfato de magnésio, se associa a uma maior incidência de problemas de pernas em frangos e aumenta a exigência de fósforo. Níveis altos de alumínio reduzem a calcificação óssea e diminuem a fosfatemia, exigindo um aumento de fósforo na ração para contrabalancear esse efeito. O flúor também afeta o metabolismo mineral, diminuindo a resistência mecânica, por inibir a síntese da matriz orgânica do osso. As interações dos íons sódio, potássio e cloro, entre si e com outros fatores nutricionais afetam a disponibilidade de fósforo, sendo que a reabsorção é influenciada pelo nível de saturação do P no plasma e pelo equilíbrio ácido/base (Pontes e Llobet, 1995).

Em monogástricos, os principais locais de absorção são no duodeno e jejuno. A forma ativa da vitamina D, 1,25-dihidroxicolecalciferol, aumenta a absorção intestinal de P. Baixos níveis dietéticos de P resultam em mudanças adaptativas no intestino, que resultam em aumento na absorção deste mineral. Adicionalmente, ocorre um aumento da produção de 1,25-dihidroxicolecalciferol e adaptação do rim, a fim de se elevar a reabsorção para compensar o baixo nível dietético. A excreção renal de fósforo é determinada pelas taxas de filtração glomerular e pela reabsorção tubular (Rosol, 1997).

No sangue, o fósforo é rapidamente destinado para a formação dos ossos e dentes de animais em crescimento. Os níveis plasmáticos são mantidos através de mineralização e desmineralização dos ossos. Quando em excesso, são eliminados através dos rins (Murray et al., 1990). A calcitonina atua na entrada

do fosfato às células ósseas e no fluido periósseo diminuindo o movimento do cálcio ósseo para o plasma, enquanto o paratormônio estimula o movimento do cálcio e fósforo dos ossos para o sangue (Guyton, 1988).

O cálcio, o fósforo e a vitamina D são elementos intimamente associados no metabolismo animal, muitas vezes combinados entre si, de modo que a carência de um deles na dieta limita o desempenho das aves (Macari et al., 2002). A inclusão de altos níveis de cálcio nos alimentos aumenta a necessidade de P para frangos de corte. O cálcio interfere na absorção do P, complexando-o em nível de intestino, tornado-o, assim, menos disponível, além de dificultar a absorção de P fítico pela ave (Dale, 1983).

A relação Ca : P limita o aproveitamento de fósforo dietético, enquanto que outros minerais antagonistas como alumínio e magnésio também influenciam a absorção de P (Payne, 2005). Dietas com alto cálcio e alto teor de gordura aumentam o requerimento de fósforo para haver absorção. O National Research Council-NRC (1994) ressalta a importância da manutenção de níveis dietéticos adequados de cálcio e fósforo durante as fases de crescimento e postura. Em deficiência, ocorre queda nos índices de desempenho, elevação dos índices de mortalidade, problemas de casca ou fadiga em poedeiras e grau de mineralização óssea inadequada.

### **2.3 Fontes de Fósforo**

No Brasil, existe grande interesse pela avaliação do uso de fontes de fósforo não convencionais. Os fosfatos naturais de rocha despontam como alternativa de uso de fósforo em dieta de animais, apesar do alto teor de flúor, pois o país possui grandes jazidas de rochas fosfóricas. A partir da década de 80, o uso destas fontes de fósforo vem sendo estudadas largamente por inúmeros pesquisadores, principalmente utilizando suínos, aves e ruminantes (Coneglian, 2006).

A suplementação de macrominerais em rações de aves e suínos tem tido alguma modificação não somente em função do melhoramento genético desses animais, mas por indicarem a necessidade do conhecimento das características físicas e químicas das fontes, que implicam em maior ou menor utilização pelos animais (Bertechini e Fassani, 2001)

A utilização de fontes não tradicionais de fósforo foi autorizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através da Portaria SRD 06, de 04 de Fevereiro de 2000. Independente do fosfato utilizado, o Ministério da Agricultura e do Abastecimento exige que as misturas minerais prontas para uso apresentem o máximo de 2.000 ppm (mg/kg) de flúor (F). Além disso, as fontes de P utilizadas devem também estar registradas no Ministério (Portaria MAA/SDR 20, de 6 de junho de 1997).

As fontes de P utilizadas na alimentação animal diferem não somente pela quantidade de P biodisponível, mas também pelas matérias-primas utilizadas e pelo processamento industrial empregado na fabricação dos mesmos.

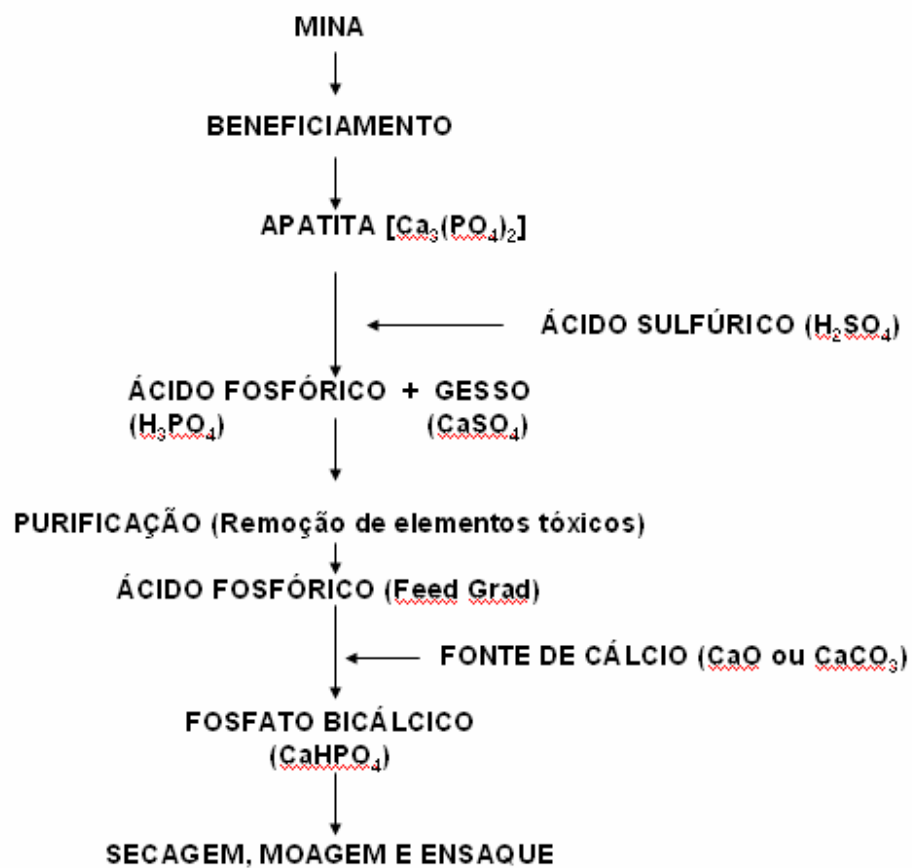
Fontes alternativas de fósforo podem levar a utilização de ingredientes nas rações com presença de contaminantes e disponibilidade de fósforo reduzida. Farinha de ossos e farinha de carne e ossos, também são utilizadas como fonte de fósforo. Fosfatos de rocha, bem como fosfatos agrícolas, apesar do preço reduzido, apresentam menores disponibilidades biológicas de fósforo e elevados teores de flúor (Fernandes et al., 1999). As fontes de suplementação de fósforo estão entre os ingredientes que mais oneram o custo final da dieta. A escolha desta fonte deve levar em conta o custo por unidade do elemento, a forma química em que o elemento está presente, a granulometria, biodisponibilidade, solubilidade e teor de impurezas (Viana, 1985).

O processo de purificação de fosfatos de rocha visa à remoção do flúor e de outros componentes indesejados. Alguns estudos realizados entre 1993 e 1999, avaliaram 54 amostras, coletadas no Brasil, Estados Unidos, Alemanha e

Israel, de vários tipos de fosfatos agrícolas originados de rocha não purificada e revelaram altos níveis de impurezas, particularmente: flúor, ferro, magnésio, enxofre, bário, titânio e tório, com sinais de toxicidade e biodisponibilidade de fosfato variável (Lima, 1999).

Diferenças na morfologia intestinal de frangos de corte foram verificadas em trabalhos desenvolvidos por Alvarenga et al. (2004), onde avaliaram fontes alternativas de fósforo nas rações de engorda e abate, concluindo que, aves suplementadas com fosfato bruto de rocha da Bahia apresentaram melhor relação entre altura das vilosidades e profundidade das criptas intestinais, proporcionando melhor absorção de nutrientes.

O fósforo utilizado na agricultura, na alimentação animal e humana é extraído de uma jazida mineral com altos teores de apatitas. Estas jazidas são consideradas não renováveis, porque os fertilizantes, onde seu emprego é maior, não são recuperáveis após o uso no solo. O concentrado fosfático comercial (fosfatos naturais) é uma mistura de apatita com vários outros “minerais acessórios”. Estas variações de qualidade do concentrado fosfático refletem diretamente na qualidade do ácido fosfórico. As principais fontes de fósforo disponíveis no mercado são os fosfatos bicálcico, monocálcico, monoamônio e rocha defluorizada (Butolo, 2002). O diagrama do processo de produção do fosfato bicálcico pode ser observado na figura 1.



**Figura 1** Diagrama do processo de produção do fosfato bicálcico (adaptado de Butolo, 2002)

O MAP e o fosfato monocálcico são obtidos, respectivamente, do tratamento da amônia e de fontes de cálcio com ácido fosfórico defluorizado ou parcialmente defluorizado, devendo apresentar-se na forma granulada, para

evitar empedramento e ou reação do produto com outros componentes do alimento (Butolo, 2002).

Os fosfatos monocálcico e o monobicálcico são misturas químicas de monocálcico e fosfato bicálcico. Os produtos são classificados como monocálcico se a fração dos derivados de fósforo constitui mais que 80% do produto com fosfato bicálcico completando o resto. Segundo Sullivan et al. (1992), o fosfato monocálcico é considerado a fonte mineral de maior disponibilidade de fósforo comercializada para suplementação de dietas vegetais. Porém, representa um alto custo na formulação se comparada às demais fontes.

O fosfato bicálcico comercial é um produto industrial resultante da neutralização da apatita com ácido sulfúrico, produzindo o ácido fosfórico que neutralizado com o calcário ou cal hidratada, origina o fosfato bicálcico comercial (Cardoso, 1991). Os fosfatos bicálcicos comumente usados como fonte suplementar de fósforo nas rações, não se constituem uma única espécie química contendo, na verdade, proporções variadas de fosfatos monocálcicos e bicálcicos, ácido fosfórico, carbonato de cálcio e impurezas. Assim, os mesmos podem apresentar diferenças relevantes na disponibilidade biológica do fósforo (Lima, 1994).

O fosfato bicálcico é comumente utilizado como fonte suplementar de fósforo nas rações de frangos de corte. Porém, os fosfatos agrícolas podem apresentar menores preços quando comparado ao bicálcico, e, por esta razão, serem utilizados como fontes suplementares ‘não tradicionais’ de fósforo (Fernandes et al., 1999).

Segundo Junqueira et al. (2001), a granulometria do fosfato bicálcico interfere no desempenho das aves. Em estudo desenvolvido pelos autores, onde foi avaliado o fosfato bicálcico em duas granulometrias (fina e granulada) na ração de frangos de corte, observou-se melhor desempenho com o uso do fosfato



granulado na ração, não observando diferenças significativas na percentagem de matéria mineral, cálcio, fósforo e magnésio nos ossos. Entretanto, Burnell et al. (1990), não observaram influência da granulometria sobre a disponibilidade do fósforo proveniente de fontes orgânicas.

#### **2.4 Biodisponibilidade de fósforo e exigência nutricional de fósforo para frangos de corte**

Nenhum elemento é completamente utilizado ou absorvido, sendo que alguma fração é inevitavelmente perdida durante o processo digestivo ou metabólico.

Um termo bastante utilizado no estudo dos minerais é o de 'biodisponibilidade'. Biodisponibilidade de um nutriente é a proporção ou percentagem do nutriente consumido que pode ser absorvida pelo intestino, tornando-se disponível para uso no metabolismo ou para estocagem nos tecidos animais (Duarte et al., 2003).

A necessidade de fósforo dietético para máxima retenção não é necessariamente o mesmo para máximo desempenho e resistência óssea. Este fato foi verificado por Gomes et al. (1994), que trabalhando com frangos de corte nas fases de crescimento e final, encontraram maior valor de exigência de fósforo disponível para maximizar o desenvolvimento dos ossos do que para otimizar o ganho de peso, na fase de crescimento, sendo que para a fase final os valores de exigência de fósforo disponível foram semelhantes, quando estimados por meio de variáveis como ganho de peso e cinza e fósforo nos ossos.

Abreu (1989), utilizando dietas semipurificadas para pintos de corte de 1 a 17 dias, verificou a exigência de Pd de 0,127%/Mcal de EM para máximo ganho de peso e de 0,139%/Mcal de EM para a máxima mineralização óssea, evidenciando maior exigência de Pd quando se considera os parâmetros ósseos.

Na determinação da exigência nutricional de P para aves, deve-se recomendar um nível de Pd suficiente para um ótimo desempenho das aves e que garanta uma boa formação e resistência óssea. A resistência óssea é de grande importância durante o processo de abate, já que pode ser responsável por prejuízos econômicos através do descarte de carcaças (quebra de ossos).

Runho et al (1998), ao avaliar 6 níveis de Pd em rações de frango de corte na fase de crescimento (1-21dias) utilizando como fonte o fosfato bicálcico, sugeriu o valor de 0,450% de Pd como sendo o ideal para esta fase. Segundo Rostagno (2005), a exigência nutricional de fósforo disponível para frangos de corte é de 0,466% Pd de 1 a 7 dias e de 0,439% Pd de 8 a 21 dias de idade.

Ao comparar a farinha de carne e ossos com o fosfato bicálcico como fonte de fósforo na ração de frangos de corte, Junqueira et al. (1993) utilizaram níveis de 0,70% de fósforo total (Pt) para a fase de 1 a 28 dias e níveis de 0,70; 0,60; e 0,50% de fósforo total para o período de 29 a 40 dias. Os resultados indicaram que a farinha de carne e ossos, ou o fosfato bicálcico, não afetaram o desenvolvimento das aves de 1 a 28 dias, quando se utilizou o nível de 0,7% de Pt.

Lima (1995) estudou a disponibilidade biológica em diferentes fontes de fósforo e objetivou determinar as exigências nutricionais de Pd para pintos de corte nas fases de 1 a 21 dias e de 22 a 42 dias de idade. A exigência nutricional sugerida para pintos de corte na fase de 1 a 21 dias, utilizando o fosfato bicálcico como fonte, foi de 0,446% ou 0,149% de Pd/Mcal de EM, considerando ganho de peso, conversão alimentar e medidas ósseas. O valor de biodisponibilidade encontrada para o MAP foi de 106,1%, considerando a disponibilidade do P proveniente do Fosfato Bicálcico como 100%. Resultado semelhante foi encontrado por Veloso et al. (1987; 1990), que utilizando pintos de 1 a 17 dias

de idade, obtiveram 105,6% e 110% de disponibilidade relativa de P proveniente do MAP.

Em estudo conduzido por Furtado (1991), foram determinadas as biodisponibilidades de fósforo de diferentes fontes, utilizando o fosfato bicálcico como padrão, na alimentação de frangos de corte. Os resultados apontam maiores valores de biodisponibilidade para os fosfatos diamônio (119,84%) e MAP (114,65%), e menores valores para os fosfatos semi-defluorizado (62,43%) e fosfato natural de patos de minas (42,50%).

Ao avaliar a biodisponibilidade relativa de fósforo de sete fosfatos bicálcicos comerciais, sendo cinco de origem brasileira e dois americanos, Lima et al. (1997), encontraram valores de biodisponibilidade variando de 80,32 a 107,34%, através das cinzas ósseas, e de 97,07 a 110,41% utilizando o ganho de peso como variável resposta.

A biodisponibilidade do fósforo nos fosfatos monocálcico e MAP e a exigência nutricional de fósforo em pintos até 21 dias de idade foi determinada por Gomes et al. (1993) em um experimento com frangos de corte. Os valores médios de biodisponibilidade do MAP e do fosfato monocálcico, considerando o fosfato bicálcico como padrão, foram de 80,77 e 82,19%, respectivamente. As estimativas das exigências de fósforo variaram de 0,30% para ganho de peso a 0,43% para fósforo nos ossos.

Segundo Garcia et al. (2006), o fosfato tricálcico defluorizado (DFP) pode ser utilizado satisfatoriamente em dietas de pintos durante a fase pré-inicial (1 a 8 dias) e inicial (9 a 15 dias), não havendo diferenças de biodisponibilidade relativa de fósforo entre os fosfatos bicálcico e tricálcico defluorizado maiores que 10%.

Ao avaliar a suplementação de fósforo, para frangos de corte até 21 dias de idade, comparando o fosfato bicálcico e o fosfato monoamônio líquido, na água de bebida, Damron e Flunker (1991) verificaram resultados de desempenho

semelhantes entre as fontes, indicando o fosfato monoamônio como uma boa fonte de fósforo.

Fernandes et al. (1999), encontraram valores de biodisponibilidade média de fósforo de 100,6 e 107,6% (utilizando a variável ganho de peso) e 88,3 e 93,2% (através das cinzas ósseas), para fosfatos agrícolas e fosfatos para alimentação animal, respectivamente.

Em estudos realizados por Cortelazzi (2006), onde avaliaram fosfatos bicálcicos (produzidos nos EUA e no Brasil), monobicálcico e monossódico, utilizando o fosfato bicálcico quimicamente puro como padrão, foi constatado maior valor de biodisponibilidade relativa de fósforo para o fosfato monossódico (108%), calculados a partir do peso das cinzas dos dedos médio das aves aos 21 dias.

Huyghebaert et al. (1980), relataram que a biodisponibilidade do fósforo nas diferentes fontes de fosfatos inorgânicos pode apresentar algumas variações, pois a qualidade dos produtos comerciais existentes depende da origem do material e do procedimento empregado na sua produção industrial.

Assim, a utilização de diferentes fontes de fósforo e a disponibilidade de fósforo em fosfatos utilizados na alimentação animal são temas de importância nutricional e ambiental, sendo alvo de diversas discussões e pesquisas, demonstrando a relevância do assunto. Os autores demonstram que as diversas fontes utilizadas, a metodologia empregada para obtenção dos resultados e o processamento industrial são fontes de variação limitantes para o conhecimento das fontes de P e para o desempenho animal. Os resultados da literatura demonstram, portanto, a necessidade de constante atualização nos estudos de biodisponibilidade, possibilitando o conhecimento das fontes disponíveis comercialmente e, conseqüentemente, dos ingredientes utilizados na alimentação animal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, R.D. **Exigência nutricional de fósforo e sua disponibilidade em diversos alimentos para aves**. 1989, 142 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- ALVARENGA, B.O.; BELETTI, M.E.; FERNANDES, E.A.; SILVA, M.M.; CAMPOS, L.F.B.; RAMOS, S.P. Efeitos de fontes alternativas de fósforo nas rações de engorda e abate sobre a morfologia intestinal de frangos de corte. **Bioscience Journal**, vol. 20, n.3. Sept./Dec.2004.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: Faepe, UFLA, 2006, 301p.
- BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J. Macro e microminerais na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, 2001. p.219-234.
- BORGATTI, L.M.O. **Determinações das biosponibilidades relativa e real de fósforo, para frangos de corte, em cevada, milho e farelo de soja convencional e com baixo fósforo fítico**. 2005, 105 p. Tese (Doutorado). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba-SP.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Portaria MAA/SDR 20**, de 6 de junho de 1997 . Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em: 15 dez. 2007.
- BURNELL, T.W.; CROMWELL, G.L.; STAHLY, T.S. Effects of particle size on the biological availability of calcium and phosphorous in defluorinated phosphate for chicks. **Poultry Science**, 69:1110-17, 1990.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas, 2002, 430 p.
- CARDOSO, J.L.A. Produção, processamento e perspectivas do fosfato na alimentação animal. In: MINI SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 6. 1991, Campinas, **Anais...** Campinas, CBNA, 1991, p. 35-52.

CONEGLIAN, S.M. **Diferentes proporções de fosfato bicálcico e fosfato de rocha em dietas de bovinos.** 2006, 81 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR.

CORTELAZZI, C.Q.L. **Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos para alimentação animal.** 2006.62 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP.

DALE, N. Necessidades de fósforos para pollos, 1983. **Avicultura Professional.** p.80-83.

DAMRON, B.L, FLUNKER, L.K. 1991. Supplementation of broilers drinking water with liquid ammonium polyphosphate. **Brit.Poult. Sci.**, 32(2):377-382.

DUARTE, H.C.; GRAÇA, D.S.; BORGES, F.M.O; DI PAULA, O.J. Comparação de métodos “in vitro” para determinação da biodisponibilidade de fósforo. **Arq. Brás. Med. Vet. Zootec.**; v. 55; nº 1; Fevereiro, 2003.

FERNANDES, J.I.M.; LIMA, F.R.; MENDONÇA JR, C.X.; MABE, I.; ALBUQUERQUE, R.; LEAL, P.M. Relative bioavailability of phosphorous in feed and agricultural phosphates for poultry. **Poultry Science**, v. 78, p. 1729-1736, 1999.

FIGUEIRÊDO, A.V. **Disponibilidade biológica do fósforo de cinco fosfatos, determinada em suínos em crescimento através da técnica de diluição isotópica.** 1998. 103 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

FURTADO, M.A.O. **Determinação da biodisponibilidade de fósforo em suplementos de fósforo para aves e suínos.** Belo Horizonte: UFMG – Escola de Veterinária, 1991. 60p.

GARCIA, A.R.; BATAL, A.B.; DALE, N.M. Biological Availability of phosphorous sources in prestarter and starter diets for broiler chicks. **Journal Applied Poutry Research**, vol. 15 (4), p. 518-524, 2006.

GOMES, P.C., GOMES, M.F.M., ALBINO, L.F.T Exigência de fósforo disponível para frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 1994, 23(4):615-622.

GOMES, P.C.; GOMES, M.F.M.; LIMA, G.J.M.M.; BELLAVER, C. Exigência de fósforo e sua disponibilidade nos fosfatos monoamônio e monocálcico para

frangos de corte até 21 dias de idade. **Comunicado Técnico Embrapa**. CT/198/Embrapa-CNPSA, Março, 1993, p. 1-2. Disponível em 20/12/2007 [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_v1p87x0u.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_v1p87x0u.pdf),

GUYTON, A.C. **Tratado de fisiologia médica**. 4º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 1035p.

HAYS, V.W.; SWENSON, M.J. Minerais. In: SWENSON, M.J. DUKES **Fisiologia dos animais domésticos**. 10º ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988, p. 397-399.

HUYGHEBAERT G.; DE GROOTE, G.; KEPPENS, L. The relative biological availability of phosphorus on feed phosphates for broilers. **Animal zootecnia**, 1980; 29: 245-53.

JUNQUEIRA, O.M., KNOOP, R., SAKOMURA, N.K. Meat and bone meal and dicalcium phosphate as phosphorus sources in broilers diets. **Poultry Science**, 1993, 72:123 (Suppl.1).

JUNQUEIRA, O.M., LEMOS, L.G., ARAUJO, L.F.; MUCKE, D.; ARAÚJO, C.S.S.; ANDREOTTI, M.O.; CANCHERINI, L.C.; BARBOSA, M.J.B. Uso do fosfato bicálcico granulado sobre o desempenho e mineralização óssea de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**: v.3, n.1. Campinas, Janeiro/Abril 2001.

LIMA, I.L. **Disponibilidade de fósforo e de flúor de alguns alimentos e exigência nutricional de fósforo para frangos de corte**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 121p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

LIMA, F.R. **A importância do fósforo em dietas de vacas de leite**. Revista Balde Branco, 1999. Disponível: <http://www.bichoonline.com.br/artigos/bb0029.htm> em 10/01/2008.

LIMA, F.R. **Parâmetros ósseos de desempenho em frangos de corte usados como critério para avaliação da disponibilidade biológica em fosfatos bicálcicos**. 1994. 153 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

LIMA, F.R.; MENDONÇA JR, C.X.; ALVAREZ, J.C.; GARZILLO, J.M.F.; GHION, E.; LEAL, P.M. Biological evaluations of commercial dicalcium

phosphates as sources of available phosphorous for broiler chicks. In: **Poultry Science**, 1997, v.79, 1707-1713.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, L. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 2002. 375 p.

MCDOWELL, R.L. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press, 1992, p. 524.

MURRAY, R.K.; GRANER, D.K.; MAYNES, P.A.; RODWELL, V.W. **Bioquímica**. São Paulo: Atheneu, 1990, 705 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirement of Poultry**. 9. ed. Washington: National Academic Science, 1994. 155p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals).

PAYNE, S.G. **The phosphorous availability of feed phosphates in broilers**. 2005. 76 p. Dissertação (Masters of science in agriculture) – University of Stellenbosch, Stellenbosch.

PONTES, M.P.; LLOBET, J.A.C. **Alimentación de las aves**. Barcelona: Real Escuela de Avicultura, 1995, 506 p. 1º ed.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000. p. 141.

ROSTAGNO, H.S.; **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**. composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG, UFV, 2005, 186p.

ROSOL, T.J.; CAPEN, C.C. Calcium-regulating hormones and diseases of abnormal mineral (calcium, phosphorous, magnesium) metabolism. In: **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5º ed., New York: Academic Press, 1997.

RUNHO, R.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; LOPES, P.S.; POZZA, P.C. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.1. Viçosa, 2001.

SCHAEFER, C.E.; ALBUQUERQUE, M.A.; CHARMELO, L.L.; CAMPOS, J.C.F.; SIMAS, F.B. Elementos da paisagem e a gestão de qualidade ambiental. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 202, jan./fev. 2000.



SILVA, Y.L. **Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes.** 2004. 228 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SULLIVAN, T.W.; DOUGLAS, J.H.; GONZALES, N.J.; BOND JR, P.L. Correlation of biological value of feed phosphates with their solubility in water, dilute hydrogen chloride, dilute citric acid and neutral and ammonium citrate. **Poultry science**, v. 71, p.2065-2074, 1992.

VELOSO, J.A.F.; FURTADO, M.A.O.; BORGES, F.M.O. Biodisponibilidade do fósforo de sete concentrados de fósforo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 27, Campinas, SP, 1990. **Anais...** Campinas, 1990. p.113.

VELOSO, J.A.F.; GONZALÉZ, C.I.L.; BARBOSA, A.M.A.; VIANNA, J.A.C.; Avaliação química e biodisponibilidade de fósforo de seis fontes fosfatadas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 24, Brasília, DF, 1987. **Anais...** Brasília, DF, SBZ, 1987. p.41.

VIANA, J.A.F. Fontes de sais minerais para bovinos e o desafio de suplementos de fósforo no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1985. p. 47-66.

## **CAPÍTULO II**

### **BIODISPONIBILIDADE RELATIVA DO FÓSFORO DE FOSFATOS COMERCIAIS PARA FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL**

## RESUMO

QUEIROZ, Livya Stefane Borges de. **Biodisponibilidade relativa do fósforo de fosfatos comerciais para frangos de corte na fase inicial**. 2008, Cap. 2, p.20-49. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a biodisponibilidade relativa de fósforo (BRP) de fosfatos comerciais utilizados na alimentação de frangos de corte. Foram utilizados 1296 pintos machos de um dia de idade, Cobb-500, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. No primeiro ensaio, foram comparados os fosfatos monoamônio (MAP) e monocalcico A (FMC-A) com quatro níveis de Pd: 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%; e os fosfatos defluorizado (DFP), monocalcico B (FMC-B), bicalcico A (FB-A), bicalcico B (FB-B) e bicalcico C (FB-C), com 2 níveis de Pd (0,30 e 0,40%), no segundo ensaio. No terceiro ensaio, foram avaliadas a BRP dos fosfatos, sendo adotada a técnica da abscissa e o FMC-A como padrão (valor 100%). Avaliou-se o desempenho das aves através do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar (g/g); a mineralização óssea, através da análise das cinzas ósseas (%); a retenção (%) e excreção de P (g/dia). Houve interação significativa ( $P < 0,01$ ) entre o MAP e FMC-A nos níveis de Pd estudados, com valores máximos de CR e GP com o nível de 0,44% de Pd, utilizando o FMC-A como fonte de P. Entre os fosfatos bicalcicos avaliados, o FB-A e o nível de 0,4% de Pd apresentaram melhores resultados de desempenho ( $P < 0,05$ ). Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos níveis e das fontes sobre o teor de cinzas nas tíbias de frangos de corte na fase de crescimento, com maior mineralização óssea para as aves que receberam os tratamentos com 0,4% de Pd e o FMC-B como fonte de P. Utilizando as cinzas da tíbia como variável resposta e o FMC-A como padrão, pode-se observar um resultado superior de BDR para o FMC-B (102,18%) e inferior para o fosfato defluorizado (98,23%). As aves alimentadas com as rações contendo o FB-B apresentaram maior absorção e menor excreção de P ( $P < 0,01$ ). Com a utilização de níveis de P próximos do recomendado pela literatura, as fontes MAP e FMC-A apresentaram comportamento semelhante sobre as características avaliadas. As diferentes fontes de P apresentaram pequenas diferenças nos valores de BRP, com resultado superior para o FMC-B ao utilizar as cinzas ósseas como variável resposta.

---

\*Comitê de Orientação: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (Orientador), Paulo Borges Rodrigues – UFLA

## ABSTRACT

QUEIROZ, Livya Stefane Borges de. **Relative bioavailability of phosphorous in commercial phosphates for broilers in starter phase**. 2008, Chapter 2, p.20-49 (Dissertation - Master in Animal Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.

The present study was performed to evaluate the relative bioavailability of phosphorus (BRP) in commercial phosphate used in the broilers feeding. Were used 1296 male chicks from one day of age, Cobb-500, placed in metallic cages. In the first assay, the monoammonium phosphates (MAP) and the monocalcium A (PMC-A) were compared with four different levels of Pd: 0.25; 0.35; 0.45 and 0.55%. In the second assay the defluorinated phosphates (DFP), monocalcium B (PMC-B), dicalcium A (PB-A), dicalcium B (PB-B) and dicalcium C (PB-C) were compared with two levels of Pd (0.30 and 0.40 %). In the third assay, the BRP of the phosphates were evaluated, the abscissa technique was adopted and the PMC-A was taken as a standard (value of 100%). The performance of the birds were evaluated through the feed intake (FI), body weight gain (BWG) and the feed conversion (FC); the bone mineralization through the bone ashes (%); the retention (%) and the P excreta (g/day). There was a significant interaction ( $p < 0.01$ ) between the MAP and PMC-A in the Pd levels, with maximum FI and BWG values at the 0.44% of the Pd level, using the PMC-A as a source of P. Among the dicalcium phosphates evaluated, the PB-A and the Pd level of 0.4%, presented better performance ( $p < 0.05$ ). There were significant effect ( $p < 0.05$ ) of the levels and the sources the ashes at the starter phase, with better bone mineralization for birds that received the treatments with 0.40% of Pd and the PMC-B as a P source. Utilizing the tibia's ashes as a variable response and the PMC-A as a standard, observed a BRP superior result for the PMC-B (102,18%) and a inferior result for the defluorinated phosphate (98.23%). The birds fed with the food containing the FB-B, presented better absorption and lowest P expelling ( $p < 0.01$ ). With the recommended level, the MAP and PMC-A sources presented similar results to the evaluated characteristics. The different P sources presented few differences in the BRP values, with superior results for the PMC-B, using the bone ashes as variable response.

---

\*Guidance Committee: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (Adviser), Paulo Borges Rodrigues – UFLA

## 1 INTRODUÇÃO

O elemento P tem sido objeto de muitas pesquisas ao longo dos últimos 20 anos com o enfoque na melhor forma de utilização desse macromineral, tendo em vista o melhor desempenho das aves e mais recentemente a preocupação com a excreção e contaminação do ambiente, havendo a necessidade de melhor conhecimento das fontes utilizadas para adequação dos níveis de P nas rações.

Diferentes técnicas são utilizadas para determinar a quantidade de nutrientes que o animal é capaz de utilizar. Segundo Duarte et al. (2003), um termo bastante utilizado no estudo dos minerais é o de 'biodisponibilidade', que é definida como a proporção ou porcentagem do nutriente consumido que pode ser absorvida pelo intestino, tornando-se disponível para uso no metabolismo ou para estocagem nos tecidos animais.

A biodisponibilidade do fósforo nas diferentes fontes de fosfatos inorgânicos pode sofrer algumas variações, pois a origem do material e o procedimento empregado na sua produção industrial são determinantes na caracterização dos fosfatos utilizados na alimentação animal.

Estão disponíveis no mercado para uso em rações, diversas fontes de P, com teores variados deste elemento como os fosfatos bicálcicos, fosfatos monocálcicos, fosfatos de rocha defluorinados, fosfato monoamônio e fosfato tricálcico, entre outras fontes.

O objetivo da presente pesquisa foi avaliar o desempenho e a mineralização óssea de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade e a biodisponibilidade de P em fosfatos comerciais utilizados na alimentação animal.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local e período experimental**

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa em Tecnologia Avícola (CPTA), localizado na BR-265, Km 144, na cidade de Lavras-MG, no período de 24/08/2006 a 14/09/2006.

O município de Lavras localiza-se na região sul do estado de Minas Gerais, a uma altitude de 910 metros, tendo como coordenadas geográficas 21°14' de latitude sul e 45° de longitude oeste de Greenwich (Brasil, 1992).

### **2.2 Ensaios experimentais – Animais, instalação e delineamentos experimentais**

Foram conduzidos simultaneamente, 3 ensaios, a fim de determinar a biodisponibilidade relativa de fósforo de fosfatos comerciais utilizados na alimentação de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade.

#### **2.2.1 Ensaio 1 – Desempenho, cinzas ósseas e retenção de P de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade submetidos às rações contendo duas fontes de P com diferentes níveis de Pd**

Foram utilizados 576 pintos de corte machos de um dia de idade, Cobb-500, com peso médio inicial de 42,5g, distribuídos em gaiolas de arame galvanizado tipo “curtain back”, com comedouros do “tipo copo” e comedouro individual de calha com borda especial para evitar desperdício de ração. Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 8 tratamentos em esquema fatorial (2x4), com seis repetições e 12 aves por unidade experimental. Foram estudados os fosfatos monoamônio (MAP) e monocalcico-A (FMC-A), com quatro níveis de Pd: 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%.

As rações experimentais (Tabela 2.2) foram à base de milho e farelo de soja, formuladas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005) para a fase de 1 a 21 dias de idade das aves, com exceção do nível de fósforo, sendo o nível de cálcio mantido constante em todas as dietas experimentais.

### **2.2.2 Ensaio 2 - Desempenho, cinzas ósseas e retenção de P de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade submetidos as rações contendo diferentes fontes de P com dois níveis de Pd**

Foram utilizados 720 pintos de corte machos de um dia de idade, Cobb-500, com peso médio inicial de 42,5g, distribuídos em gaiolas de arame galvanizado tipo “curtain back”, com comedouros do “tipo copo” e comedouro individual de calha com borda especial para evitar desperdício de ração. Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 10 tratamentos em esquema fatorial (5x2), com seis repetições e 12 aves por unidade experimental. Foram estudados os fosfatos defluorizado (DFP), monocalcico B (FMC-B), bicalcico A (FB-A), bicalcico B (FB-B) e bicalcico C (FB-C), com dois níveis de Pd: 0,30 e 0,40%.

As rações experimentais (Tabela 2.3) foram à base de milho e farelo de soja, formuladas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005) para a fase de 1 a 21 dias de idade das aves, com exceção do nível de fósforo, sendo o nível de cálcio mantido constante em todas as dietas experimentais.

### **2.2.3 Ensaio 3 – Biodisponibilidade relativa de fósforo de fosfatos utilizados na alimentação de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade**

Através dos resultados de ganho de peso e cinzas ósseas obtidas nos ensaios 1 e 2, foi determinada a biodisponibilidade relativa de fósforo de diferentes fontes.

Foi utilizado o fosfato monocálcico A como padrão, com quatro pontos (níveis de 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55% de Pd) para cinzas ósseas e três pontos (níveis de 0,25; 0,35 e 0,45% de Pd) para obtenção de equações lineares para ganho de peso (GP).

Foi empregado o método da abscissa para calcular os valores de biodisponibilidade do P dos fosfatos, de acordo com Gillis et al. (1954). O cálculo consiste em se obter, por meio da curva padrão, o valor de x correspondente ao teor médio de cinzas ósseas ou ganho de peso (y) observado no tratamento teste, e compará-lo com o padrão (valor 100) no mesmo nível de P adicionado à dieta teste.

O valor de biodisponibilidade foi obtido usando o Consumo de Fósforo disponível (CPd) da fonte teste e sua resposta (GP e cinzas) na equação da fonte-padrão. A relação entre o valor observado e o estimado foi a biodisponibilidade relativa obtida.

Os níveis de garantia dos fosfatos experimentais estão expressos na Tabela 2.1.

**Tabela 2.1.** Níveis de garantia (Ca e P) dos fosfatos experimentais<sup>1</sup>

<b>Fosfato</b>	<b>Produto</b>	<b>Cálcio % máximo</b>	<b>Fósforo % mínimo</b>
MAP	Monoamônio	0,0	24,7
FMC-A	Monocálcico A	18,0	21,0
DFP	Defluorizado	34,0	18,0
FMC-B	Monocálcico B	20,0	21,0
FB-A	Bicálcico A	24,0	18,0
FB-B	Bicálcico B	24,4	18,5
FB-C	Bicálcico C	20,0	19,8

<sup>1</sup>Informações dos fabricantes



**Tabela 2.2.** Composição percentual e níveis nutricionais calculados das rações experimentais (Ensaio 1)

Ingredientes	Rações									
	Fosfato	FMC-A (padrão)				MAP				
	% Pd	0,25	0,35	0,45	0,55	0,25	0,35	0,45	0,55	
Milho		53,6								
Farelo de Soja		37,3								
Óleo de Soja		3,96								
Fosfato		0,66	1,14	1,62	2,09	0,56	0,96	1,36	1,76	
Calcário Calcítico		1,80	1,60	1,40	1,19	2,09	2,09	2,09	2,09	
Sal		0,50								
Suplemento Mineral <sup>1</sup>		0,10								
Suplemento Vitamínico <sup>2</sup>		0,10								
DL-Metionina – 99%		0,26								
L-Lisina – 78%		0,16								
Anticoccidiano <sup>3</sup>		0,06								
Antibiótico <sup>4</sup>		0,03								
Cloreto de Colina – 70%		0,03								
Caulim		1,30	0,90	0,50	0,10	1,30	0,90	0,50	0,10	
<b>Total (kg)</b>		100	100	100	100	100	100	100	100	
<b>Composição Calculada</b>										
Energia	Metabolizável	3000								
(kcal/kg)										
Proteína Bruta (%)		21,0								
Cálcio (%)		0,90								
Fósforo Disponível (%)		0,25	0,35	0,45	0,55	0,25	0,35	0,45	0,55	
Lisina dig. (%)		1,19								
Metionina dig. (%)		0,55								
Metionina + Cistina dig. (%)		0,84								
Sódio (%)		0,22								

<sup>1</sup>. Fornecimento por kg de ração: 60 mg Zn; 30 mg Fe; 9 mg Cu; 60 mg Mn; 1,0 mg I.

<sup>2</sup>. Fornecimento por kg de ração: 12.000 UI vit. A; 2.200 UI vit D3; 30 mg vit. E; 2,5 mg Vit. K3; 2,2 mg vit.B1; 6 mg vit. B2; 3,3 mg vit. B6; 16 µg vit. B12; 0,11mg biotina; 1,0 mg ácido fólico; 13,0 mg ácido pantotênico; 53 mg nicotinamida; 120 mg antioxidante BHT.

<sup>3</sup>. Maduramicina (10g/kg produto)

<sup>4</sup>. Bacitracina de Zinco (10%)

**Tabela 2.3.** Composição percentual e níveis nutricionais calculados das rações experimentais (Ensaio 2)

Ingredientes	Rações										
	Fosfato	FMC-B		DFP		FB-A		FB-B		FB-C	
	% Pd	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
Milho	56,0										
Farelo de Soja	36,9										
Óleo de Soja	3,13										
Fosfato	0,95	1,44	1,05	1,60	1,02	1,56	1,05	1,61	1,05	1,61	
Calcário Calcítico	1,52	1,23	1,22	0,76	0,45	1,12	1,43	1,09	1,43	1,09	
Sal	0,50										
Supl. Mineral <sup>1</sup>	0,10										
Supl. Vitamínico <sup>2</sup>	0,10										
DL-Metionina – 99%	0,26										
L-Lisina – 78%	0,17										
Anticoccidiano <sup>3</sup>	0,06										
Antibiótico <sup>4</sup>	0,02										
Cloreto de Colina –70%	0,03										
Caulim	0,30	0,10	0,50	0,41	1,30	0,09	0,29	0,07	0,29	0,07	
<b>Total (kg)</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
<b>Composição Calculada</b>											
Energia Metabolizável	3000										
(kcal/kg)											
Proteína Bruta (%)	21,0										
Cálcio (%)	0,90										
Fósforo Disponível (%)	0,30	0,40	0,30	0,40	0,30	0,40	0,30	0,40	0,30	0,40	
Lisina dig. (%)	1,19										
Metionina dig (%)	0,55										
Metionina+Cistina dig (%)	0,84										
Sódio (%)	0,22										

<sup>1</sup>. Fornecimento por kg de ração: 60 mg Zn; 30 mg Fe; 9 mg Cu; 60 mg Mn; 1,0 mg I.

<sup>2</sup>. Fornecimento por kg de ração: 12.000 UI vit. A; 2.200 UI vit D3; 30 mg vit. E; 2,5 mg Vit. K3; 2,2 mg vit. B1; 6 mg vit. B2; 3,3 mg vit. B6; 16 µg vit. B12; 0,11mg biotina; 1,0 mg ácido fólico; 13,0 mg ácido pantotênico; 53 mg nicotinamida; 120 mg antioxidante BHT.

<sup>3</sup>. Maduramicina (10g/kg produto)

<sup>4</sup>. Bacitracina de Zinco (10%)

### **2.3 Manejo experimental (ensaios 1 e 2)**

Os tratamentos foram sorteados para cada parcela experimental e as rações fornecidas duas vezes ao dia. A água foi fornecida à vontade, em todo o período experimental.

A pesagem das aves e o controle do consumo de ração foram realizados semanalmente, com os dados anotados em fichas apropriadas. Ao final do período experimental (21º dia), foram abatidas duas aves por parcela, sendo retiradas as tíbias para posterior análise de cinzas ósseas.

As temperaturas (máxima e mínima) foram anotadas diariamente às 16 horas, por meio de um termômetro localizado na parte central do galpão sendo as médias máxima e mínima obtidas de 27,6 e 19,5 °C, respectivamente. O programa de iluminação adotado foi o de 24 horas de luz constante.

Para a determinação da retenção de fósforo, foi conduzido um ensaio metabólico utilizando o método tradicional de coleta total de excretas. Para o início do ensaio de metabolismo, foram realizadas as pesagens das aves e da ração fornecida. A ração foi marcada com óxido férrico para sinalizar o início do ensaio. Foram realizadas 2 coletas diárias, durante 3 dias, sendo uma às 8:00 e outra às 15:00 horas, evitando assim, o início de processo fermentativo nas excretas. Durante a coleta, foram retirados resíduos de ração e penas. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas.

### **2.4 Variáveis analisadas (ensaios 1 e 2)**

#### **2.4.1 Desempenho**

As variáveis de desempenho foram avaliadas no período de 1 a 21 dias de idade das aves, através do consumo de ração, ganho de peso e da conversão alimentar.

#### **2.4.2 Cinzas Ósseas**

Para a determinação da biodisponibilidade relativa de fósforo dos fosfatos comerciais através da análise de cinzas ósseas, foram abatidas semanalmente duas aves por parcela, sendo as tíbias retiradas e congeladas para posterior análise.

As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO (UFLA). Para determinação das cinzas ósseas, foram retirados os resíduos da carne e as tíbias foram secas em estufa a 100°C por, aproximadamente, 2 horas. Em seguida, foram colocadas em recipiente fechado contendo éter etílico, para serem desengorduradas. Após 2 dias, os ossos foram lavados com éter por 12 horas, secos em estufa a 105°C e pesados, com o auxílio de balança de precisão (0,0001g), para determinação da matéria seca desengordurada, sendo posteriormente incinerados a uma temperatura de 550°C por, aproximadamente, 8 horas obtendo, dessa forma, as cinzas na matéria seca desengordurada.

#### **2.4.3 Balanço de fósforo**

As análises de fósforo foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO-UFLA. As amostras foram descongeladas, homogeneizadas, pré-secas, queimadas à 550°C e solubilizadas, sendo determinados os Coeficientes de Retenção de Fósforo (CRP) e Excreção de P dos frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

As análises de fósforo das excretas foram realizadas segundo o método da AOAC (1990), através da 'colorimetria', com a leitura realizada em espectrofotômetro a 400 nm.

## 2.5 Análise estatística

### 2.5.1 Ensaio 1

As análises estatísticas foram realizadas através do software Sistema de Análises de Variância para dados balanceados (SISVAR), descrito por Ferreira (2000), utilizando o teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade para comparação de médias das fontes de P, e análise de regressão para os níveis de fósforo utilizados.

O modelo estatístico adotado no experimento está apresentado a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + N_j + (FN)_{ijk} + E_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  = Valor observado na parcela Y na repetição j, quando submetido à fonte i no nível de fósforo j;

$\mu$  = Média geral do experimento;

$F_i$  = Efeito da fonte de fósforo i; i = 1, 2

$N_j$  = Efeito do nível de fósforo k; k = 1, 2, 3, 4

$(FN)_{ijk}$  = Efeito da interação da fonte i no nível de fósforo k;

$E_{ijk}$  = Erro associado a cada observação.

### 2.5.2 Ensaio 2

As análises estatísticas foram realizadas através do software Sistema de Análises de Variância para dados balanceados (SISVAR), descrito por Ferreira (2000), utilizando o teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade para comparação das fontes de P, e teste F para os níveis de fósforo utilizados.

O modelo estatístico adotado no experimento está apresentado a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + N_j + (FN)_{ijk} + E_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  = Valor observado na parcela Y na repetição j, quando submetido à fonte i no nível de fósforo j;

$\mu$  = Média geral do experimento;

$F_i$  = Efeito da fonte de fósforo i; i = 1, 2, 3, 4, 5

$N_j$  = Efeito do nível de fósforo k; k = 1, 2

$(FN)_{ijk}$  = Efeito da interação da fonte i no nível de fósforo k;

$E_{ijk}$  = Erro associado a cada observação.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Ensaio 1 - Desempenho, cinzas ósseas e retenção de P de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade submetidos às rações contendo duas fontes de P com diferentes níveis de Pd

##### 3.1.1 Desempenho

Os resultados referentes ao desempenho de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade, submetidos às fontes fosfato monoamônio (MAP) e monocálcico A (FMC-A) com diferentes níveis de fósforo, estão apresentados na Tabela 2.4.

**Tabela 2.4.** Desempenho de frangos de corte machos na fase de 1 a 21 dias submetidos a ração contendo duas fontes de fósforo em níveis crescentes de Pd

Fonte	Consumo de Ração (CR) <sup>1</sup>					Média	CV (%)
	Nível Pd (%)						
	0,25	0,35	0,45	0,55			
MAP	1165 b	1209 b	1242 b	1132 b	1187		
FMC-A	1227 a	1268 a	1329 a	1272 a	1274	1,76	
Média	1196	1239	1286	1202	1231		
Ganho de Peso (GP) <sup>1</sup>							
MAP	719 b	782 b	830 a	712 b	761		
FMC-A	759 a	812 a	841 a	811 a	806	1,51	
Média	739	797	836	762	783		
Conversão Alimentar (CA) <sup>1</sup>							
MAP	1,62 a	1,55 a	1,50 a	1,59 a	1,57		
FMC-A	1,62 a	1,56 a	1,58 b	1,57 a	1,58	2,06	
Média	1,62	1,56	1,54	1,58	1,57		

<sup>1</sup>. Interação significativa: letras minúsculas com médias diferentes na coluna, diferem estatisticamente (P<0,01)  
 MAP: CR=644,31+3023,87x-3864,33x<sup>2</sup>.: R<sup>2</sup>=87,52%;GP=81,75+3650,01x-4528,50x<sup>2</sup>.:R<sup>2</sup>=87,65%;CA =2,24-3,48x+4,17x<sup>2</sup>:R<sup>2</sup>=92,22%  
 FMC-A:CR=837,33+2141,89x-434,37x<sup>2</sup>.: R<sup>2</sup>= 81,73%; GP =424,61+1851,69x-2082,50x<sup>2</sup> .:R<sup>2</sup>=98,27%.

Houve interação significativa ( $P < 0,01$ ) entre os fosfatos FMC-A e MAP nos níveis de fósforo estudados, sobre as características de desempenho de frangos de corte machos na fase de 1 a 21 dias de idade das aves. Em todos os níveis de Pd estudados, o CR referente ao MAP foi inferior ( $P < 0,01$ ) em relação ao FMC-A.. O ganho de peso das aves também foi afetado pelas fontes, resultando em maiores ganhos para a fonte FMC-A, com exceção do nível de 0,45% de Pd.

Para a CA, houve diferenças ( $P < 0,01$ ) entre as fontes apenas para o nível de Pd de 0,45%, sendo melhor para o MAP. Apesar de menor CR pelo MAP, as aves mantiveram GP semelhante ao FMC-A, resultando em melhor CA.

Quanto aos níveis de Pd, a análise de regressão indicou efeitos sobre o consumo de ração e ganho de peso das aves, com valores máximos de ganho de peso para o nível de 0,403 e 0,444% de Pd para os fosfatos monoamônio e monocálcico A, respectivamente. Com relação a CA, houve efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) apenas para a fonte MAP, quando se elevou o nível de Pd na ração, sendo a melhor CA obtida no nível estimado de 0,417% de Pd.

O fosfato monoamônio e o fosfato monocálcico são obtidos, respectivamente, do tratamento da amônia e de fontes de cálcio com ácido fosfórico defluorizado ou parcialmente defluorizado, devendo apresentar-se na forma granulada, para evitar empedramento e ou reação do produto com outros componentes do alimento (Butolo, 2002).

O fosfato monocálcico é considerado a fonte mineral de maior disponibilidade de fósforo comercializada para suplementação de dietas vegetais, porém, representa um alto custo na formulação se comparada às demais fontes (Sullivan et al., 1992).



### 3.1.2 Cinzas ósseas

Os resultados de cinzas ósseas, no período de 1 a 21 dias de idade das aves, de acordo com as fontes MAP e FMC-A, com diferentes níveis de Pd, estão apresentados nas Tabelas 2.5.

**Tabela 2.5.** Cinzas ósseas de frangos de corte machos na fase de 1 a 21 dias submetidos a ração contendo duas fontes de fosfatos em níveis crescentes de Pd<sup>1</sup>

Nível de Pd (%)	Fontes	
	MAP	FMC-A
0,25	50,70 b	54,59 a
0,35	54,21 b	55,71 a
0,45	55,83 a	56,93 a
0,55	51,35 b	57,09 a
<b>Média</b>	53,02	56,08
<b>CV (%)</b>	<b>2,34</b>	

1. Interação significativa: Desdobramento de fonte dentro de cada nível: letras maiúsculas ou minúsculas com médias diferentes na coluna, diferem estatisticamente pelo teste F  
Desdobramento de níveis dentro de cada fonte (P<0,05):  
MAP=22,13 + 163,36x - 199,75x<sup>2</sup>.:R<sup>2</sup>=94,87%  
FMC-A= 52,57 + 0,874X.: R<sup>2</sup>= 92,88%

A média geral de percentagem de cinzas na tíbia para o MAP e FMC-A foi de 54,55%. Observou-se interação significativa (P<0,05) entre as fontes e níveis de Pd estudados (Tabela 2.5). Os resultados de cinzas ósseas refletiram o comportamento observado no desempenho das aves, onde o FMC-A apresentou maiores valores de cinzas ósseas para os níveis de 0,25%; 0,35% e 0,55% de Pd. Através da análise de regressão, pode-se observar valores máximos de cinzas na tíbia com o nível de 0,409% de Pd para o MAP e efeito linear para o FMC-A. Para o nível de 0,45%Pd, os fosfatos apresentaram comportamento semelhante, não apresentando diferenças entre eles. Assim, verifica-se que ao utilizar o nível

de P normalmente recomendado pela literatura, o ganho de peso e as cinzas ósseas não apresentaram diferenças entre as duas fontes.

A necessidade de fósforo dietético para máxima retenção não é necessariamente o mesmo para máximo desempenho e resistência óssea. Este fato foi verificado por Gomes et al. (1994), que trabalhando com frangos de corte nas fases de crescimento e final, encontraram maior valor de exigência de fósforo disponível para maximizar o desenvolvimento dos ossos do que para otimizar o ganho de peso, na fase de crescimento, sendo que para a fase final de criação os valores de exigência de fósforo disponível foram semelhantes, quando estimados por meio de variáveis como ganho de peso e cinza e fósforo nos ossos.

### 3.1.3 Retenção e excreção de fósforo

Os resultados dos coeficientes de retenção e excreção de fósforo para frangos de corte aos 21 dias de idade, submetidos as fontes MAP e FMC-A, com diferentes níveis de P, estão apresentados na Tabela 2.6.

**Tabela 2.6.** Coeficientes de retenção (%) e excreção (g/dia) de fósforo para frangos de corte aos 21 dias de idade submetidos as rações contendo duas fontes de fósforo

Coeficiente de Retenção de Fósforo (CRP) <sup>1</sup>							
Fonte	Nível (%Pd)					Média	CV (%)
	0,25	0,35	0,45	0,55			
MAP	64,17 A	57,37 A	48,66 A	59,19 A	57,35		
FMC-A	55,36 B	57,55 A	49,03 A	44,74 B	51,67	2,98	
Média	59,77	57,46	48,85	51,97	54,51		
Excreção de Pt (g/dia) <sup>1</sup>							
MAP	0,22 A	0,32 A	0,44 A	0,36 A	0,34		
FMC-A	0,29 B	0,35 A	0,45 A	0,50 B	0,40	5,98	
Média	0,26	0,34	0,45	0,43	0,37		

I. Interação significativa: Desdobramento de fonte dentro de cada nível: letras maiúsculas com médias diferentes na coluna, diferem estatisticamente pelo teste F

Desdobramento de níveis dentro de cada fonte (P<0,01):

MAP:CRP=130,74-370,44x+433,50x<sup>2</sup>.:R<sup>2</sup>=82,17%; Excr.Pt=-0,5518+4,1533x-4,50x<sup>2</sup>.:R<sup>2</sup>=90,11%

FMC-A:CRP=43,93+89,16X-161,92x<sup>2</sup> .: R<sup>2</sup>=89,17%; Excr.P=0,1018+0,7433x.:R<sup>2</sup>=98,25%

A análise estatística dos fosfatos monoamônio e monocálcico A (Tabela 2.6) demonstraram interação significativa ( $P < 0,01$ ) entre as fontes e os níveis de fósforo, apresentando resultados superiores de retenção de fósforo para o MAP no menor e maior nível estudado (0,25 e 0,55% Pd), não havendo diferenças entre as fontes nos níveis de 0,35 e 0,45% de Pd. A análise de regressão indica um efeito quadrático para os níveis de Pd provenientes das fontes, com menor valor de retenção para o nível de 0,427% com o uso do MAP e menor excreção de P para o nível de 0,275% de Pd com o uso do FMC-A.

A excreção de Pt apresentou comportamento coerente aos resultados obtidos através da retenção, onde as fontes utilizadas não apresentaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) nos níveis de 0,35 e 0,45% de Pd, com menor excreção para o MAP nos níveis de 0,25 e 0,55% de Pd. Através da análise de regressão, utilizando o MAP como fonte, observou-se efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) para os níveis de Pd, com valores máximos de excreção de P com o nível de 0,46% de Pd na ração, e efeito linear ( $P < 0,01$ ) para o FMC-A.

## **3.2 Ensaio 2 - Desempenho, cinzas ósseas e retenção de P de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade submetidos as rações contendo diferentes fontes de P com dois níveis de Pd**

### **3.2.1 Desempenho**

Os resultados referentes ao desempenho de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias, submetidos a diferentes fontes de fósforo (P), com dois níveis de fósforo disponível (Pd), estão apresentados na Tabela 2.7.

**Tabela 2.7.** Desempenho de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias submetidos a rações contendo diferentes fosfatos em dois níveis de Pd

Dietas		Características		
Fosfato	Nível Pd (%)	Consumo de Ração <sup>1</sup> (g/ave)	Ganho de Peso <sup>1</sup> (g/ave)	Conversão Alimentar <sup>2</sup> (g/g)
DFP	0,30	1183 Bc	772 Bab	1,53
	0,40	1214 Ab	819 Aa	1,48
Média		1199	796	1,51 A
FMC-B	0,30	1215 Bb	746 Bc	1,63
	0,40	1294 Aa	833 Aa	1,55
Média		1255	790	1,59 C
FB-A	0,30	1248 Ba	784 Ba	1,59
	0,40	1293 Aa	816 Aa	1,58
Média		1271	800	1,59 C
FB-B	0,30	1180 Bc	749 Bc	1,58
	0,40	1263 Aa	829 Aa	1,53
Média		1222	789	1,55 B
FB-C	0,30	1208 Bbc	760 Bbc	1,59
	0,40	1274 Aa	817 Aa	1,56
Média		1241	789	1,58 BC
CV (%)		1,76	1,86	2,20

1. Desdobramento da interação: letras minúsculas diferentes dentro de cada nível de Pd (entre fosfatos) e maiúsculas diferentes dentro de cada fosfato, na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de SNK ( $P < 0,05$ ).

2. Efeito da fonte e dos níveis: médias com letras maiúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de SNK ( $P < 0,01$ )

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os níveis e fontes de fósforo estudados. Independentemente da fonte utilizada, os valores de consumo de ração e ganho de peso das aves que receberam os tratamentos com 0,40%Pd foram superiores, quando comparadas ao nível de 0,30%Pd. Dentro dos tratamentos com 0,40% de Pd, foram verificados menores valores de consumo de ração para as aves alimentadas com a ração contendo o DFP como fonte de P e para o nível de 0,30%Pd, valores superiores para o FB-A.

Para a CA, verifica-se que apesar do menor CR da fonte DFP para o nível de 0,40% de Pd, houve GP semelhante as demais fontes, resultando em melhor CA. Considerando o nível de Pd de 0,40%, todos os fosfatos testados se igualaram em GP.

Garzillo (1996) evidencia o papel do fósforo no controle da ingestão alimentar, onde baixos níveis de fósforo reduzem o metabolismo basal, reduzindo o apetite. Este fato também foi observado por Cortelazzi (2006), onde encontrou efeito dos níveis de fósforo sobre o desempenho de frangos de corte na fase de crescimento, independente da fonte de fósforo avaliada.

A maior parte do P é proveniente do fosfato de rocha segundo Barcellos et al. (1998), e a palatabilidade do componente fosfórico adicionado à dieta está altamente relacionado à fonte, sendo os fosfatos de origem rochosa menos palatáveis que os de origem animal. Anzai (1998), observou média crescente de ganho de peso ao suplementar com 0; 0,05 e 0,10% de P a partir de três diferentes grupos de fosfato (fosfato quimicamente puro, fosfatos bicálcicos comerciais e fosfatos de sódio).

### **3.2.2 Cinzas Ósseas**

Os resultados de cinzas ósseas, no período de 1 a 21 dias de idade das aves, de acordo com as diferentes fontes de P, com dois níveis de Pd, estão apresentados nas Tabelas 2.8.

**Tabela 2.8.** Cinzas ósseas de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade submetidos as rações contendo diferentes fosfatos teste em dois níveis de Pd<sup>1</sup>

% Pd	Fosfato					Média
	DFP	FMC-B	FB-A	FB-B	FB-C	
0,30	53,02	55,97	55,87	54,89	53,35	54,62 B
0,40	55,97	57,68	56,75	55,87	56,97	56,65 A
Média	54,50 B	56,82 A	56,31 AB	55,38 AB	55,16 AB	55,63
<b>CV (%)</b>	<b>2,20</b>					

1. Efeito do fosfato e dos níveis: médias com letras maiúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de SNK (P<0,05)

A média geral para os fosfatos teste foi de 55,63% de cinzas na tíbia, sendo que houve diferenças significativas (P<0,05) entre as fontes estudadas. Maior valor de cinzas ósseas foi obtido para a fonte FMC-B, sendo superior apenas à fonte DFP. As demais fontes estudadas apresentaram teores semelhantes de cinzas ósseas entre si e a fonte FMC-B.

Quando comparado aos demais fosfatos, o defluorizado apresentou a menor média, sugerindo que esta fonte não forneceu proporções adequadas de fósforo e, provavelmente de cálcio, para uma completa mineralização óssea.

Cortelazzi (2006), ao utilizar diferentes fosfatos bicálcicos na ração de frangos de corte, observou maiores pesos de cinzas na tíbia das aves alimentadas com o fosfato bicálcico padrão do que as aves alimentadas com dietas contendo fosfato bicálcico IMC, bicálcico PCS (EUA), bicálcico PCS (Brasil) e bicálcico Serrana.

### 3.2.3 Excreção e retenção de fósforo

Os resultados dos coeficientes de retenção e excreção de fósforo para frangos de corte aos 21 dias de idade, submetidos a diferentes fontes de P, com dois níveis de Pd, estão apresentados nas Tabelas 2.9.

**Tabela 2.9.** Coeficientes de retenção (%) e excreção (g/dia) de fósforo para frangos de corte de 1 a 21 dias submetidos as rações contendo diferentes fontes de fósforo

Coeficiente de Retenção Aparente de Fósforo (CRAP) <sup>1</sup>							
% Pd	Fonte					Média	CV (%)
	FMC-B	DFP	FB-A	FB-B	FB-C		
0,30	57,57	56,78	58,13	62,61	57,95	58,63 B	
0,40	65,99	65,09	65,40	66,22	63,90	65,27 A	2,30
Média	61,68 b	60,93 b	61,77 b	64,41 a	60,95 b	61,95	
Excreção de Pt (g/dia) <sup>1</sup>							
0,30	0,30	0,31	0,27	0,27	0,29	0,29 A	
0,40	0,38	0,39	0,39	0,36	0,41	0,39 B	4,71
Média	0,34 b	0,35 b	0,33 b	0,31 a	0,35 b	0,34	

1. Efeito do fosfato e dos níveis: médias com letras maiúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de SNK (P<0,01)

A média geral observada foi de 61,95% e 0,34 g/dia, para o coeficiente de retenção e para a excreção de P, respectivamente. Houve efeito (P<0,01) das fontes e dos níveis de fósforo estudados. O fosfato bicálcico B foi responsável pela maior média de retenção, com 64,41%, e menor excreção de P, com 0,31 g/dia. Ao comparar os níveis de Pd estudados (0,30 e 0,40%), pode-se observar (P<0,01) menor excreção de P com a utilização do menor nível dietético (0,30% de Pd).

Segundo Rosol e Capen (1997), dietas com baixo P ocasionam alterações no metabolismo que permitem a secreção de substâncias que

promovem a otimização da absorção do P intestinal. A vitamina D é uma das substâncias responsáveis que aumentam a absorção de fósforo no intestino. Além da ação intestinal também proporciona a reabsorção de P nos túbulos renais como forma de adaptação a escassez de P dietético. No entanto, a absorção não depende somente da presença na dieta e sim da disponibilidade do P ingerido.

### **3.3 Ensaio 3 – Biodisponibilidade relativa de fósforo de fosfatos utilizados na alimentação de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade.**

Os resultados de biodisponibilidade relativa de fósforo (BRP) entre os fosfatos estudados utilizando a variável resposta cinzas das túbias e ganho de peso, estão apresentados nas Tabelas 2.10 e 2.11, respectivamente.



**Tabela 2.10.** Biodisponibilidade relativa dos fosfatos teste utilizando as cinzas das tíbias como variável resposta

<b>FOSFATO MONOCÁLCICO A (FMC-A) – PADRÃO</b>				
<b>Nível de Pd (%)</b>	<b>Consumo Pd (g/ave/dia)</b>	<b>Cinzas (%)</b>		
0,25	3,07	54,59		
0,35	4,44	55,70	$y = 52,672 + 0,665x$ $R^2 = 98,08\%$	
0,45	5,98	56,93		
0,55	7,00	57,09		
<b>FOSFATOS TESTE</b>				
<b>Nível de Pd (%)</b>	<b>CPd (g/ave)</b>	<b>Cinzas (%) - Observada</b>	<b>Cinzas (%) - Estimada</b>	<b>Biodisponibilidade Relativa (%)</b>
<b>Fosfato Monoamônio (MAP)</b>				
0,35	4,23	54,21	55,48	98,13
0,45	5,98	55,83	56,65	
<b>Fosfato Defluorizado (DFP)</b>				
0,30	3,55	53,02	55,03	98,23
0,40	4,86	55,97	55,90	
<b>Fosfato Monocálcico B (FMC-B)</b>				
0,30	3,65	55,97	55,10	102,18
0,40	5,18	57,68	56,12	
<b>Fosfato Bicálcico A (FB-A)</b>				
0,30	3,74	55,87	55,16	101,20
0,40	5,18	56,75	56,12	
<b>Fosfato Bicálcico B (FB-B)</b>				
0,30	3,54	54,89	55,03	99,73
0,40	5,05	55,87	56,03	
<b>Fosfato Bicálcico C (FB-C)</b>				
0,30	3,62	53,35	55,08	99,24
0,40	5,10	56,97	56,06	

**Tabela 2.11.** Biodisponibilidade relativa dos fosfatos teste utilizando o ganho de peso das aves como variável resposta

<b>FOSFATO MONOCÁLCICO A (FMC-A) - PADRÃO</b>				
<b>Nível de Pd (%)</b>	<b>Consumo Pd (g/ave/dia)</b>	<b>Ganho de Peso (g/ave)</b>		
0,25	3,07	759		
0,35	4,44	812		$y = 678,16 + 27,99x$ $R^2 = 97,98\%$
0,45	5,98	841		
<b>FOSFATOS TESTE</b>				
<b>Nível de Pd (%)</b>	<b>CPd (g/ave)</b>	<b>Ganho de Peso (g/ave) – OBS.</b>	<b>Ganho de Peso (g/ave) – EST.</b>	<b>Biodisponibilidade Relativa (%)</b>
<b>Fosfato Monoamônio (MAP)</b>				
0,35	4,23	782	797	98,11
0,45	5,98	830	846	
<b>Fosfato Defluorizado (DFP)</b>				
0,30	3,55	772	778	99,86
0,40	4,86	819	815	
<b>Fosfato Monocálcico B (FMC-B)</b>				
0,30	3,65	746	780	98,43
0,40	5,18	833	823	
<b>Fosfato Bicálcico A (FB-A)</b>				
0,30	3,74	784	783	99,64
0,40	5,18	816	823	
<b>Fosfato Bicálcico B (FB-B)</b>				
0,30	3,54	749	777	98,75
0,40	5,05	829	820	
<b>Fosfato Bicálcico C (FB-C)</b>				
0,30	3,62	760	779	98,54
0,40	5,10	817	821	

Utilizando o FMC-A como padrão e as cinzas ósseas como variável resposta, observaram-se maiores valores de biodisponibilidade relativa para o FMC-B (102,18%) e menores valores para o MAP (98,13%) e DFP (98,23%). Ao utilizar o ganho de peso das aves, pode-se observar comportamento semelhante à utilização das cinzas ósseas como variável resposta, onde o MAP

também apresentou menor eficiência em disponibilizar fósforo, quando comparado ao FMC-A (padrão).

Através do GP, os fosfatos apresentaram valores de BRP próximos entre si, sendo um pouco inferiores ao padrão utilizado. Estes dados demonstram que a variável cinzas ósseas apresenta maior sensibilidade de resposta quando se faz comparação entre as fontes de P.

Fernandes et al. (1999), encontrou valores de biodisponibilidade média de fósforo de 100,6 e 107,6% (utilizando a variável ganho de peso) e 88,3 e 93,2% (através das cinzas ósseas), para fosfatos agrícolas e fosfatos para alimentação animal, respectivamente.

Ao avaliar a biodisponibilidade relativa de fósforo de sete fosfatos bicálcicos comerciais, sendo cinco de origem brasileira e dois norte americanos, Lima et al. (1997), encontraram valores de biodisponibilidade variando de 80,32 a 107,34%, através das cinzas ósseas, e de 97,07 a 110,41% utilizando o ganho de peso como variável resposta.

As diferenças encontradas nos estudos de biodisponibilidade relativa se devem, em grande parte, às diferenças dos padrões adotados, já que este é considerado com biodisponibilidade 100%. As discordâncias nos valores de biodisponibilidade entre fosfatos igualmente classificados (bicálcicos, monocálcicos, etc), mas de marcas comerciais diferentes, demonstram a diferenciação na origem e no processo de fabricação dos mesmos.

Os resultados de biodisponibilidade relativa para o fosfato monoamônio discordam dos encontrados por alguns autores como Lima (1995), Veloso (1987) e Furtado (1991), que encontraram valores superiores de biodisponibilidade para esta fonte de fósforo, quando comparado ao fosfato bicálcico. Os valores encontrados de biodisponibilidade do fosfato monoamônio se devem, em parte, aos resultados de desempenho inferiores das aves que se alimentaram desta fonte, quando comparado ao fosfato monocálcico A.

#### **4. CONCLUSÃO**

Todos os fosfatos avaliados demonstram resultados satisfatórios de desempenho e mineralização óssea, desde que utilizados níveis adequados de Pd na ração. A biodisponibilidade relativa de fósforo (BRP) dos fosfatos avaliados apresentam valores próximos entre si, com pequenas variações, apontando fosfatos FMC-B e MAP como responsáveis pelo maior e menor valor de BRP, respectivamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANZAI, N.H. **Avaliação biológica da disponibilidade do fósforo para frangos de corte em fosfatos de cálcio puros e fosfatos comerciais em fosfatos de sódio.** 1998, 83p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis.** 15. ed. Washington D.C., 1990. 1141 p.

BARCELLOS, J. **Nutrição mineral em ruminantes.** Porto Alegre: gráfica da UFRGS, 1998. p. 146.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agraria. **Normais climatológicas:** 1961 - 1990. Brasília: MARA, 1992. 84 p.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal.** Campinas, 2002, 430 p.

CORTELAZZI, C.Q.L. **Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos para alimentação animal.** 2006.62 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP.

DUARTE, H.C.; GRAÇA, D.S.; BORGES, F.M.O; DI PAULA, O.J. Comparação de métodos “in vitro” para determinação da biodisponibilidade de fósforo. **Arq. Brás. Med. Vet. Zootec.**; v. 55; nº 1; Fevereiro, 2003.

FERNANDES, J.I.M.; LIMA, F.R.; MENDONÇA JR, C.X.; MABE, I.; ALBUQUERQUE, R.; LEAL, P.M. Relative bioavailability of phosphorous in feed and agricultural phosphates for poultry. **Poultry Science**, v. 78, p. 1729-1736, 1999.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados.** Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. – pacote computacional).

FURTADO, M.A.O. **Determinação da biodisponibilidade de fósforo em suplementos de fósforo para aves e suínos.** Belo Horizonte: UFMG – Escola de Veterinária, 1991. 60p.

GARZILLO, J.M.F. **Parâmetros biológicos usados na avaliação da biodisponibilidade do fósforo para frangos de corte em fosfatos comerciais e em fosfatos de rocha.** 1996. 120 p. Dissertação – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

GILLIS, M.B.; NORRIS, L.C.; HEUSER, G.F. Studies on the biological value of inorganic phosphates. **Journal of Nutrition**, v.52, n.1, p.115-25, 1954.

GOMES, P.C., GOMES, M.F.M., ALBINO, L.F.T Exigência de fósforo disponível para frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 1994, 23(4):615-622.

LIMA, I.L. **Disponibilidade de fósforo e de flúor de alguns alimentos e exigência nutricional de fósforo para frangos de corte.** Viçosa, MG: UFV, 1995. 121p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

LIMA, F.R.; MENDONÇA JR, C.X.; ALVAREZ, J.C.; GARZILLO, J.M.F.; GHION, E.; LEAL, P.M. Biological evaluations of commercial dicalcium phosphates as sources of available phosphorous for broiler chicks. In: **Poultry Science**, 1997, v.79, 1707-1713.

ROSOL, T.J.; CAPEN, C.C. Calcium-regulating hormones and diseases of abnormal mineral (calcium, phosphorous, magnesium) metabolism. In: **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5° ed., New York: Academic Press, 1997.

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. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos.** Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG, UFV, 2005, 186p.

SULLIVAN, T.W.; DOUGLAS, J.H.; GONZALES, N.J.; BOND JR, P.L.  
Correlation of biological value of feed phosphates with their solubility in water,  
dilute hydrogen chloride, dilute citric acid and neutral and ammonium citrate.  
**Poultry science**, v. 71, p.2065-2074, 1992.

VELOSO, J.A.F.; GONZALÉZ, C.I.L.; BARBOSA, A.M.A.; VIANNA, J.A.C.;  
Avaliação química e biodisponibilidade de fósforo de seis fontes fosfatadas. In:  
Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 24, Brasília, DF, 1987.  
**Anais...** Brasília, DF, SBZ, 1987. p.41.

**CAPÍTULO III**  
**AVALIAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS DE P<sub>d</sub> COM O USO DO FOSFATO**  
**MONOAMÔNIO (MAP)**



## RESUMO

QUEIROZ, Livya Stefane Borges de. Biodisponibilidade relativa do fósforo de fosfatos comerciais para frangos de corte na fase inicial. In: **\_\_\_\_\_ Avaliação das exigências de Pd com o uso do fosfato monoamônio (MAP)**. 2008, Cap. 3, p. 50-68. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a exigência de Pd com o uso do fosfato monoamônio (MAP) como fonte de P para frangos de corte na fase inicial de crescimento (1 a 21 dias). Foram utilizados 800 pintos de corte machos de um dia de idade, Cobb-500, distribuídos em gaiolas metálicas. Utilizou-se um esquema fatorial com 5 níveis de Pd (0,28; 0,34; 0,40; 0,46 e 0,52% de Pd), associados a 2 níveis de cálcio (1,00 e 0,60%), totalizando 10 tratamentos com 8 repetições cada. Avaliou-se o desempenho das aves através do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar (g/g); as cinzas ósseas (%), através da análise da tibia; retenção (%) e excreção de P (g/dia). As rações foram a base de milho e farelo de soja, formuladas segundo as recomendações nutricionais previstas na literatura nacional, com exceção para os níveis de Ca e Pd. Ao avaliar o MAP como fonte de fósforo na alimentação de frangos de corte, observou-se interação significativa entre os níveis de fósforo e cálcio da dieta, para as variáveis de desempenho ( $P < 0,01$ ), cinzas ósseas ( $P < 0,01$ ), e retenção e excreção de P ( $P < 0,05$ ). Pela análise de regressão, observou-se que, utilizando o nível de 1,0% de Ca na ração, os melhores resultados de desempenho e de cinzas ósseas foram obtidos quando utilizado o nível de 0,42% e 0,43% de Pd, respectivamente. Observou-se maiores teores de cinzas ósseas com o uso de 0,60% de Ca na dieta apenas com a utilização do menor nível de P (0,28%). Houve efeito linear ( $P < 0,05$ ) dos níveis de Pd sobre a excreção de P, onde os maiores níveis apresentaram maior excreção de P. Ao utilizar o MAP como fonte de P em rações de frangos de corte na fase de crescimento, a utilização dos níveis de 0,43% de Pd e 1,00% de Ca é suficiente para promover resultados satisfatórios de desempenho e mineralização óssea.

---

\*Comitê de Orientação: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (Orientador), Paulo Borges Rodrigues – UFLA

## ABSTRACT

QUEIROZ, Livya Stefane Borges de. Relative bioavailability of phosphorous in commercial phosphates for broilers in starter phase. In: \_\_\_\_\_ **Evaluated the requirements of available phosphorous with the utilization of the monoammonium phosphate (MAP)**. 2008. Chapter 3, p.50-68 (Dissertation - Master in Animal Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.

The experiment was conducted with the objective to evaluate the phosphorous requirements (Pd) when used monoammonium phosphate (MAP) as a phosphorous (P) source for broilers in the starter phase (1 to 21 days). Were used 800 males at one day of age, Cobb-500, placed in metallic cages. A 5x2 factorial arrangement of treatments was used: 0.28, 0.34, 0.40, 0.46 and 0.52% Pd; 1.00 and 0.60% Ca of diet, with eight replicate of each treatments. There were evaluated the birds performance through the feed intake, body weight gain and feed conversion (g/g); the bone ashes (%) through the tibia's analysis; retention (%) and P excreta (g/day). The basal diet was corn and soy bean meal formulated as the nutritional recommendation in the national literature, exception for the Ca and Pd levels. When the MAP was evaluated as a source of phosphorus, was observed significant interaction between the phosphorus and calcium levels from the diet, in the performances traits ( $p < 0.01$ ), bone ashes ( $p < 0.01$ ) and retention and P expelling ( $p < 0.05$ ). In the regression analysis, was observed that utilizing the level of 1.0% of Ca in the diet, the best results of performance and bone ashes were founded when the levels of 0.42% and 0.439% of Pd were used, respectively. Better contents of bone ashes were observed with the use of 0.60% of Ca on the diet only when the lowest level of P (0.28%) was used. There was a increase linear effect ( $p < 0.05$ ) of the levels of Pd over the P excreta. When the MAP was utilized as a source of P in the broilers diet in the starter phase, the use of the 0.43% level of Pd and 1.00% level of Ca results better in performance and bone mineralization.

---

\*Guidance Committee: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (Adviser), Paulo Borges Rodrigues – UFLA

## 1 INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é responsável por uma parcela significativa no custo da suplementação, estando entre os ingredientes suplementados de maior custo nas rações das aves. O elevado número de pesquisas relacionadas ao P não se deve apenas ao seu aspecto econômico, mas também pela importância ambiental, já que este mineral é eliminado em grandes quantidades no ambiente.

O fosfato monoamônio (MAP) é uma fonte de P obtida através do tratamento da amônia com o ácido fosfórico desfluorizado ou parcialmente desfluorizado, devendo apresentar-se na forma granulada, para evitar empedramento e ou reação do produto com outros componentes do alimento (Butolo, 2002). Ao contrário dos fosfatos comumente utilizados na alimentação de frangos de corte, o MAP é caracterizado por não fornecer Ca às dietas, implicando no aumento do nível de inclusão de calcário nas rações de frangos de corte em que se utiliza o MAP como fonte de fósforo.

Assim, o presente trabalho foi conduzido para avaliar as exigências de Pd na fase de crescimento de frangos de corte (1 a 21 dias de idade) com o uso do MAP como fonte de fósforo com dois níveis de cálcio na ração.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local e período experimental**

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa em Tecnologia Avícola (CPTA), localizado na BR-265, Km 144, na cidade de Lavras-MG, no período de 02/03/2007 a 25/03/2007.

O município de Lavras localiza-se na região sul do estado de Minas Gerais, a uma altitude de 910 metros, tendo como coordenadas geográficas 21°14' de latitude sul e 45° de longitude oeste de Greenwich (Brasil, 1992).

### **2.2 Animais e instalação**

Foram utilizados 800 pintos de corte machos de um dia de idade, da linhagem Cobb-500, com peso médio de 42,0g, distribuídos em gaiolas de arame galvanizado. Os bebedouros utilizados foram do “tipo copo” com copo coletor e comedouro individual de calha com borda para evitar desperdício.

### **2.3 Delineamento, tratamentos e manejo experimental**

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial (5x2), totalizando 10 tratamentos, com oito repetições de 10 aves por unidade experimental. Foram estudados cinco níveis de fósforo disponível (Pd): 0,28; 0,34; 0,40; 0,46 e 0,52% e dois níveis de Ca: 0,60 e 1,00%, utilizando o fosfato monoamônio (MAP) como fonte de fósforo.

As rações experimentais (Tabelas 3.1 e 3.2) foram à base de milho e farelo de soja, formuladas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005) para a fase de 1 a 21 dias de idade das aves, com exceção dos níveis de Ca e Pd.

Os tratamentos foram sorteados para cada parcela experimental e as rações fornecidas duas vezes ao dia. A água foi fornecida à vontade, em todo o período experimental.

A pesagem das aves e o controle do consumo de ração foram realizados no início e final do ensaio de desempenho (1º e 19º dia), com os dados anotados em fichas apropriadas. Ao final do período experimental (23º dia), foram abatidas duas aves por parcela, sendo retiradas as tíbias para posterior análise de cinzas ósseas.

As temperaturas (máxima e mínima) foram anotadas diariamente às 16 horas, por meio de um termômetro localizado na parte central do galpão, sendo encontradas as médias máxima e mínima de 29,5 e 22,5 °C, respectivamente. O programa de iluminação adotado foi o de 24 horas de luz constante.

**Tabela 3.1.** Composição percentual e níveis nutricionais calculados das rações experimentais

Ingredientes	Rações (0,60% Ca)					
	% Pd	0,28	0,34	0,40	0,46	0,52
Milho		53,71				
Farelo de Soja		37,10				
Óleo de Soja		3,95				
MAP		0,73	0,98	1,24	1,50	1,75
Calcário Calcítico		1,22				
Sal		0,46				
Suplemento Mineral <sup>1</sup>		0,10				
Suplemento Vitamínico <sup>2</sup>		0,10				
DL-Metionina – 99%		0,26				
L-Lisina – 78%		0,09				
L-Treonina – 98%		0,02				
Anticoccidiano <sup>3</sup>		0,04				
Antibiótico <sup>4</sup>		0,03				
Cloreto de Colina – 70%		0,06				
Caulim		2,13	1,87	1,61	1,36	1,10
<b>Total (kg)</b>		100	100	100	100	100
<b>Composição Calculada</b>						
Energia Metabolizável		3000				
(kcal/kg)						
Proteína Bruta (%)		21,5				
Cálcio (%)		0,60				
Fósforo Disponível (%)		0,28	0,34	0,40	0,46	0,52
Lisina dig. (%)		1,13				
Metionina dig (%)		0,55				
Metionina + Cistina dig (%)		0,84				
Sódio (%)		0,20				

<sup>1</sup>. Fornecimento por kg de ração: 60 mg Zn; 30 mg Fe; 9 mg Cu; 60 mg Mn; 1,0 mg I.

<sup>2</sup>. Fornecimento por kg de ração: 12.000 UI vit. A; 2.200 UI vit D3; 30 mg vit. E; 2,5 mg Vit. K3; 2,2 mg vit. B1; 6 mg vit. B2; 3,3 mg vit. B6; 16 µg vit. B12; 0,11mg biotina; 1,0 mg ácido fólico; 13,0 mg ácido pantotênico; 53 mg nicotinamida; 120 mg antioxidante BHT.

<sup>3</sup>. Maduramicina (10g/kg produto)

<sup>4</sup>. Bacitracina de Zinco (10%)

**Tabela 3.2.** Composição percentual e níveis nutricionais calculados das rações experimentais

Ingredientes	Rações (1,00% Ca)					
	% Pd	0,28	0,34	0,40	0,46	0,52
Milho		53,71				
Farelo de Soja		37,10				
Óleo de Soja		3,95				
MAP		0,73	0,98	1,24	1,50	1,75
Calcário Calcítico		2,23				
Sal		0,46				
Suplemento Mineral <sup>1</sup>		0,10				
Suplemento Vitamínico <sup>2</sup>		0,10				
DL-Metionina – 99%		0,26				
L-Lisina – 78%		0,09				
L-Treonina – 98%		0,02				
Anticoccidiano <sup>3</sup>		0,04				
Antibiótico <sup>4</sup>		0,03				
Cloreto de Colina – 70%		0,06				
Caulim		1,11	0,85	0,60	0,34	0,09
<b>Total (kg)</b>		100	100	100	100	100
<b>Composição Calculada</b>						
Energia Metabolizável		3000				
(kcal/kg)						
Proteína Bruta (%)		21,5				
Cálcio (%)		1,00				
Fósforo Disponível (%)		0,28	0,34	0,40	0,46	0,52
Lisina dig. (%)		1,13				
Metionina dig. (%)		0,55				
Metionina + Cistina dig. (%)		0,84				
Sódio (%)		0,20				

<sup>1</sup>. Fornecimento por kg de ração: 60 mg Zn; 30 mg Fe; 9 mg Cu; 60 mg Mn; 1,0 mg I.

<sup>2</sup>. Fornecimento por kg de ração: 12.000 UI vit. A; 2.200 UI vit D3; 30 mg vit. E; 2,5 mg Vit. K3; 2,2 mg vit. B1; 6 mg vit. B2; 3,3 mg vit. B6; 16 µg vit. B12; 0,11mg biotina; 1,0 mg ácido fólico; 13,0 mg ácido pantotênico; 53 mg nicotinamida; 120 mg antioxidante BHT.

<sup>3</sup>. Maduramicina (10g/kg produto)

<sup>4</sup>. Bacitracina de Zinco (10%)

### **2.3 Ensaio metabólico**

Para a determinação do balanço de cálcio e fósforo, foi conduzido um ensaio metabólico, durante 3 dias (20º ao 22º dia de idade das aves), utilizando-se método tradicional de coleta total de excretas. Para o início do ensaio de metabolismo, foram realizadas as pesagens das aves e da ração fornecida. A ração foi então marcada com óxido férrico para sinalizar o início da coleta. Foram realizadas 2 coletas diárias, sendo uma às 8:00 e outra às 15:00 horas, evitando-se assim, o início de processo fermentativo nas excretas. Durante a coleta, foram retirados resíduos de ração e penas. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas.

### **2.4 Variáveis analisadas**

#### **2.4.1 Desempenho**

Foram avaliadas as características de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar das aves, no período de 1 a 19 dias de idade.

#### **2.4.2 Cinzas Ósseas**

As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO (UFLA). Para determinação das cinzas ósseas, foram retirados os resíduos da carne e as tíbias foram secas em estufa a 100°C por, aproximadamente, 2 horas. Em seguida, foram colocadas em recipiente fechado contendo éter etílico, para serem desengorduradas. Após 2 dias, os ossos foram lavados com éter por 12 horas, secos em estufa a 105°C e pesados, com o auxílio de balança de precisão (0,0001g), para determinação da matéria seca desengordurada, sendo posteriormente incinerados a uma temperatura de 550°C por, aproximadamente, 8 horas obtendo, dessa forma, as cinzas na matéria seca desengordurada.



### 2.4.3 Balanço de fósforo

As análises de fósforo foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO-UFLA. As amostras foram descongeladas, homogeneizadas, pré-secas, queimadas à 550°C e solubilizadas, sendo determinados os coeficientes de retenção de fósforo (CRP) e excreção de P das aves.

As análises de fósforo das excretas foram realizadas segundo o método da AOAC (1990), através da 'colorimetria', com a leitura realizada em espectrofotômetro a 400 nm.

### 2.5 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas através do software Sistema de Análises de Variância para dados balanceados (SISVAR), descrito por Ferreira (2000), utilizando-se a análise de regressão para os níveis de fósforo utilizados e teste F para os níveis de cálcio, ao nível de 5% de probabilidade.

O modelo estatístico adotado no experimento está apresentado a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + N_j + (FN)_{ijk} + E_{ijk}$$

Onde:

**Y<sub>ijk</sub>** = Valor observado na parcela Y na repetição j, quando submetido ao nível i de cálcio, no nível k de fósforo;

**μ** = Média geral do experimento;

**F<sub>i</sub>** = Efeito do nível i de cálcio;

**N<sub>j</sub>** = Efeito do nível k de fósforo;

**(FN)<sub>ijk</sub>** = Interação do nível i de cálcio e nível k de fósforo;

**E<sub>ijk</sub>** = Erro associado a cada observação.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Desempenho

Os resultados de desempenho das aves, de 1 a 19 dias de idade, encontram-se na Tabela 3.3.

**Tabela 3.3** Desempenho de frangos de corte machos na fase de 1 a 19 dias submetidos a ração contendo diferentes níveis de cálcio e níveis crescentes de Pd.

Consumo de Ração <sup>1</sup>							
Nível de Ca (%)	Nível de Pd (%)					Média	CV (%)
	0,28	0,34	0,40	0,46	0,52		
0,60	926 A	941 A	916 B	915 B	902 A	920	2,59
1,00	855 B	937 A	946 A	946 A	907 A	918	
Média	891	939	931	931	905	919	
Ganho de Peso <sup>1</sup>							
0,60	697 A	698 A	672 B	682 B	653 B	680	2,73
1,00	631 B	684 A	717 A	706 A	681 A	684	
Média	664	691	695	694	667	682	
Conversão Alimentar <sup>1</sup>							
0,60	1,33 A	1,35 A	1,36 B	1,34 A	1,38 B	1,35	2,47
1,00	1,36 A	1,37 A	1,32 A	1,34 A	1,33 A	1,35	
Média	1,35	1,36	1,34	1,34	1,36	1,35	

<sup>1</sup>. Interação significativa: letras maiúsculas com médias diferentes na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de F

Desdobramento de Nível de Pd dentro de cada nível de Ca (P<0,05):

0,6% de Ca: CR=969,11 - 123,20x. :R<sup>2</sup>=65,24%; GP=749,94 - 173,33x. :R<sup>2</sup>=77,09%; CA=1,28 + 0,18x. :R<sup>2</sup>=62,22%

1,00% de Ca: CR=85,23 + 4154,36x - 4956,20x<sup>2</sup>. :R<sup>2</sup>=95,88%; GP=1,74 + 3348,90x - 3932,29x<sup>2</sup>. :R<sup>2</sup>=98,98%.

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) dos níveis de cálcio e fósforo para as variáveis de desempenho de frangos de corte machos. Pela análise de regressão, quando da utilização de 1,00% de cálcio na ração, pode-se observar maiores valores de consumo de ração e de ganho de peso, com os níveis de 0,419 e 0,426% de Pd, respectivamente. Ao utilizar o fosfato bicálcico como fonte de fósforo, Runho et al. (2001) sugeriram o valor de 0,455% de Pd para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. Segundo Rostagno (2005), a exigência nutricional de fósforo disponível para frangos de corte é de 0,466% Pd de 1 a 7 dias e de 0,439% Pd de 8 a 21 dias de idade. Os valores de Pd encontrados na literatura são obtidos utilizando, normalmente, o fosfato bicálcico como fonte de fósforo.

Houve efeito linear ( $P < 0,05$ ) dos níveis de Pd para os tratamentos com 0,6% de Ca. O desdobramento dos níveis de Ca dentro de cada nível de Pd demonstrou resultados superiores de desempenho para o menor nível de Ca apenas no menor nível de P, havendo inversão do comportamento com o aumento do Pd na ração, onde maiores valores puderam ser observados com o uso de 1,00% de Ca na ração. Estes resultados demonstram o efeito da adição desses minerais na dieta sobre a manutenção do equilíbrio no organismo através da relação Ca e P. Estes minerais estão intimamente associados no metabolismo animal, muitas vezes combinados entre si, de modo que a carência de um deles na dieta limita o desempenho das aves (Macari et al., 2002).

Shafey e McDonald et al. (1991) constataram que o excesso de fósforo e cálcio na dieta pode reduzir o desempenho das aves, através da diminuição na digestibilidade de nutrientes, em função da queda da absorção dos mesmos e da permeabilidade da parede intestinal. Além disso, o excesso de cálcio e fósforo na dieta pode resultar em redução na disponibilidade desses minerais pela formação de fosfatos de cálcio, insolúvel no trato digestível, o que, conseqüentemente, reduz a absorção de ambos.

### 3.2 Cinzas ósseas

Comparando-se as médias dos tratamentos, os resultados mostraram interação significativa ( $P < 0,01$ ) dos níveis de Ca e Pd, utilizando o MAP como fonte de P, sobre os teores de cinzas ósseas nas tíbias de frangos de corte machos aos 21 dias de idade (Tabela 3.4).

Pode-se observar que, ao utilizar o nível de 1,00% de Ca, houve efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) dos níveis de Pd, indicando o valor de 0,439% de Pd como responsável pelos maiores teores de cinzas ósseas nas tíbias.

Ao comparar os níveis de cálcio (0,60 e 1,00%) dentro de um mesmo nível de Pd, pode-se observar maiores valores de cinzas para o menor nível de cálcio (0,60%) apenas para os tratamentos com nível inferior de Pd (0,28%). Estes resultados de cinzas ósseas estão de acordo com os obtidos no ensaio de desempenho, onde houve melhores resultados ao utilizar o nível de 1,00% de Ca nos maiores níveis de Pd. Porém, foi observado maior ganho de peso das aves submetidas as rações com 0,60% de Ca com o menor nível de Pd (0,28%).

**Tabela 3.4** Valores de cinzas ósseas das tíbias de frangos de corte machos aos 21 dias de idade, alimentados com rações contendo níveis crescentes de Pd e diferentes níveis de Ca

Nível de Ca (%)	Nível de Pd (%)					Média
	0,28	0,34	0,40	0,46	0,52	
0,60	50,35 A	50,30 B	50,90 B	50,61 B	49,85 B	50,40
1,00	48,69 B	52,05 A	52,84 A	52,10 A	52,33 A	51,60
Média	49,52	51,18	51,87	51,36	51,09	51,00
CV (%)	2,42					

<sup>1</sup>. Interação significativa: letras maiúsculas com médias diferentes na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de F  
Desdobramento de Nível de Pd dentro de cada nível de 1,00 % de Ca ( $P < 0,01$ ):  $23,05 + 136,14x - 154,91x^2$ .:  $R^2 = 88,44\%$ .

Uma relação linear entre a concentração de fósforo na dieta de aves e valores de mineralização óssea puderam ser observados por Cortelazzi (2006), através do aumento de 36% nas cinzas das tíbias de frangos de corte na fase de crescimento com a adição de 0,16% de P em relação à suplementação de 0,08% de P à dieta.

Cinzas ósseas tem sido o método mais utilizado para a determinação da disponibilidade biológica de fósforo em aves (Waldroup, 1996). O método, apesar de ser dispendioso em relação a necessidade de tempo e mão de obra, é um dos mais precisos para esta finalidade (Cortelazzi, 2006)

### 3.3 Retenção e excreção de fósforo

Os resultados de retenção e excreção de fósforo por frangos de corte machos, submetidos as rações contendo diferentes níveis de Pd em dois níveis de Ca, estão apresentados na Tabela 3.5.

**Tabela 3.5** Coeficientes de retenção (%) e excreção (g/dia) de fósforo para frangos de corte de 1 a 21 dias submetidos as rações contendo níveis crescentes de Pd e diferentes níveis de Ca

Coeficiente de Retenção de Fósforo (CRP) <sup>1</sup>							
Nível de Ca (%)	Nível de Pd (%)					Média	CV(%)
	0,28	0,34	0,40	0,46	0,52		
0,60	55,99B	53,53B	52,54A	52,76A	53,67A	53,70	5,79
1,00	66,05A	60,53A	53,15A	49,37A	46,70B	55,16	
Média	61,02	57,03	52,85	51,07	50,19	54,43	
Excreção de Pt (g/dia) <sup>1</sup>							
0,60	0,24B	0,28B	0,30A	0,31A	0,33A	0,29	7,63
1,00	0,18A	0,24A	0,30A	0,35B	0,41B	0,30	
Média	0,21	0,26	0,30	0,33	0,37	0,29	

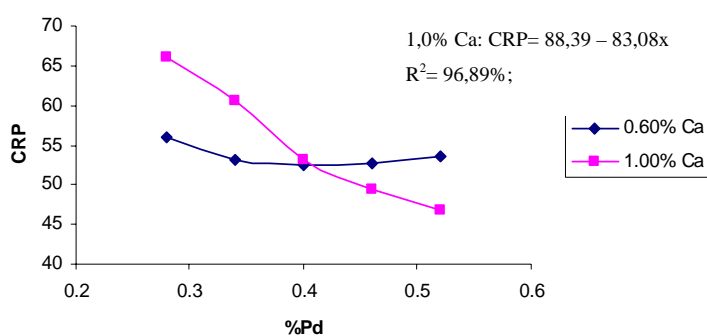
1. Interação significativa: Desdobramento do nível de Ca dentro de cada nível de P: letras maiúsculas com médias diferentes na coluna, diferem estatisticamente pelo teste F

Desdobramento de níveis de P dentro de cada nível de Ca (P<0,05):

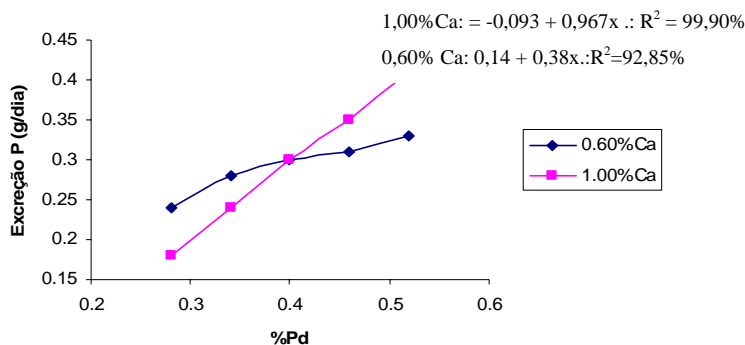
0,60% Ca: Excr. Pt = 0,14 + 0,38x.:R<sup>2</sup>=92,85%

1,0% Ca: CRP= 88,39 – 83,08x.: R<sup>2</sup>= 96,89%; Excr. Pt= -0,093 + 0,967x .: R<sup>2</sup> = 99,90%

Na avaliação dos tratamentos, observou-se que houve interação significativa ( $P < 0,01$ ) dos níveis de Ca e Pd avaliados, para a excreção de Pt (g/dia) e para os coeficientes de retenção de P (%). Maiores coeficientes de retenção de fósforo (CRP) foram encontrados para o nível de 1,0% de Ca, com a utilização de níveis menores de Pd na ração (0,28 e 0,34%). Para o menor nível de Ca utilizado (0,6%), valores superiores de CRP foram obtidos para o tratamento com 0,52% de Pd. Ao utilizar o nível de 1,0% de Ca na dieta, observou-se uma regressão linear ( $P < 0,05$ ) dos níveis de Pd avaliados, onde o menor nível de Pd (0,28%), foi responsável pelo maior CRP (66,05%).



**Figura 3.1.** Coeficiente de retenção de fósforo de frangos de corte aos 21 dias de idade submetidos às rações com níveis crescentes de Pd e diferentes níveis de Ca.



**Figura 3.2.** Excreção de fósforo de frangos de corte aos 21 dias de idade submetidos as rações com níveis crescentes de Pd e diferentes níveis de Ca.

A utilização de menores níveis de Pd, com as dietas contendo 1,0% de Ca, foi responsável por menores excreções de Pt. Os resultados apresentaram comportamento contrário ao utilizar o nível de 0,6% de Ca, onde pôde-se observar uma menor excreção de Pt para o maior nível de Pd (0,52%). A análise de regressão indicou efeito linear dos níveis de Pd, onde, independentemente do teor de Ca utilizado na ração, a utilização de menores níveis de P foi responsável pela menor excreção do mesmo.

Os resultados obtidos demonstraram que, ao utilizar níveis de Pd próximos aos recomendados pela literatura (0,40 e 0,46%), os níveis de cálcio estudados não influenciaram a retenção de P de frangos de corte aos 21 dias de idade. Da mesma forma, não houve diferença entre os níveis de cálcio sobre a excreção de P para o nível de 0,40% de Pd.

Ao avaliar o efeito da restrição de Ca e P em frangos de corte de 1 a 18 dias, Yan et al. (2005), observaram maior absorção para as aves que receberam dietas com níveis inferiores destes minerais (0,30 % Pd e 0,60% Ca), demonstrando a capacidade adaptativa das aves quando expostas a situações de restrição de nutrientes, através do aumento da taxa de absorção e eficiência de utilização, com queda na excreção dos nutrientes.

## CONCLUSÃO

Utilizando o MAP como fonte suplementar de fósforo e o nível de 1,00% de Ca, o nível ideal de Pd das rações de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade das aves é de 0,43%, otimizando as características de desempenho e favorecendo a mineralização óssea.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington D.C., 1990. 1141 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agraria. **Normais climatológicas**: 1961 - 1990. Brasília: MARA, 1992. 84 p.

CORTELAZZI, C.Q.L. **Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos para alimentação animal**. 2006.62 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. – pacote computacional).

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, L. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 2002. 375 p.

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. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG, UFV, 2005, 186p.

RUNHO, R.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; LOPES, P.S.; POZZA, P.C. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.1. Viçosa, 2001.

SHAFEY, T.M., McDONALD M.W., DINGLE J.G. 1991. Effects of dietary calcium and available phosphorus concentration on digesta pH and on the available of calcium, iron, magnesium and zinc from the intestinal contents of meat chickens. *Br. Poult. Sci.*, 32(1):185-194.

WALDROUP, P.W. Bioassays remain necessary to estimate phosphorous, calcium bioavailability. **Feedstuffs**, n. 4, p.13-23, 1996.

Yan, F.; Angel, R.; Ashwell, C.; Mitchell, A.; Christman, M. Evaluation of the Broiler's Ability to Adapt to an Early Moderate Deficiency of Phosphorus and Calcium. **Poultry Science**, 2005. Vol. 84, p. 1232-1241.

## ANEXO

Página

<b>TABELA 1</b>	Resumo da Análise de Variância do CR de frangos de corte de 1 a 21 dias, alimentados com as fontes MAP e FMC-A com 4 níveis de Pd.....	71
<b>TABELA 1.A</b>	Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fosfato.....	71
<b>TABELA 1.B</b>	Análise do desdobramento do fosfato dentro de cada nível de Pd.....	71
<b>TABELA 2</b>	Resumo da Análise de Variância do GP de frangos de corte de 1 a 21 dias, alimentados com as fontes MAP e FMC-A com 4 níveis de Pd.....	71
<b>TABELA 2.A</b>	Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fosfato.....	72
<b>TABELA 2.B</b>	Análise do desdobramento do fosfato dentro de cada nível de Pd.....	72
<b>TABELA 3</b>	Resumo da Análise de Variância da CA de frangos de corte de 1 a 21 dias, alimentados com as fontes MAP e FMC-A com 4 níveis de Pd.....	72
<b>TABELA 3.A</b>	Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fosfato.....	72
<b>TABELA 3.B</b>	Análise do desdobramento do fosfato dentro de cada nível de Pd.....	72
<b>TABELA 4</b>	Análise de Variância do CR de frangos de corte de 1 a 21 dias, alimentados com diferentes fosfatos com 2 níveis de Pd.....	73
<b>TABELA 4.A</b>	Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fosfato.....	73
<b>TABELA 4.B</b>	Análise do desdobramento do fosfato dentro de cada nível de Pd.....	73
<b>TABELA 5</b>	Análise de Variância do GP de frangos de corte de 1 a 21 dias, alimentados com diferentes fosfatos com 2 níveis de Pd.....	73
<b>TABELA 5.A</b>	Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fosfato.....	74
<b>TABELA 5.B</b>	Análise do desdobramento do fosfato dentro de cada nível de Pd.....	74
<b>TABELA 6</b>	Análise de Variância da CA de frangos de corte de 1 a 21 dias, alimentados com diferentes fosfatos com 2 níveis de Pd.....	74
<b>TABELA 7</b>	Análise de Variância das cinzas ósseas de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com as fontes MAP e FMC-A com 4 níveis de Pd.....	74
<b>TABELA 7.A</b>	Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fosfato.....	75
<b>TABELA 7.B</b>	Análise do desdobramento do fosfato dentro de cada nível de Pd.....	75
<b>TABELA 8</b>	Análise de Variância das cinzas ósseas de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com diferentes fosfatos com 2 níveis de Pd.....	75
<b>TABELA 9</b>	Análise de Variância do coeficiente de retenção de fósforo de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com as fontes MAP e FMC-A com 4 níveis de Pd.....	75
<b>TABELA 9.A</b>	Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fosfato.....	76
<b>TABELA 9.B</b>	Análise do desdobramento do fosfato dentro de cada nível de Pd.....	76
<b>TABELA 10</b>	Análise de Variância da excreção de fósforo de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com as fontes MAP e FMC-A com 4 níveis de Pd.....	76
<b>TABELA 10.A</b>	Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fosfato.....	76
<b>TABELA 10.B</b>	Análise do desdobramento do fosfato dentro de cada nível de Pd.....	76
<b>TABELA 11</b>	Análise de Variância do coeficiente de retenção de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com diferentes fosfatos com 2 níveis de Pd.....	77
<b>TABELA 12</b>	Análise de Variância da excreção de fósforo de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com diferentes fosfatos com 2 níveis de Pd.....	77
<b>TABELA 13</b>	Análise de Variância do CR de frangos de corte de 1 a 19 dias de idade, submetidos a ração contendo 2 níveis de Ca e 5 níveis de Pd, utilizando o MAP como fonte de P.....	77

<b>TABELA 13.A</b>	Análise do desdobramento do nível de Ca dentro de cada nível de Pd.....	78
<b>TABELA 13.B</b>	Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada nível de Ca.....	78
<b>TABELA 14</b>	Análise de Variância do GP de frangos de corte de 1 a 19 dias de idade, submetidos a ração contendo 2 níveis de Ca e 5 níveis de Pd, utilizando o MAP como fonte de P.....	78
<b>TABELA 14.A</b>	Análise do desdobramento do nível de Ca dentro de cada nível de Pd.....	78
<b>TABELA 14.B</b>	Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada nível de Ca.....	78
<b>TABELA 15</b>	Análise de Variância da CA de frangos de corte de 1 a 19 dias de idade, submetidos a ração contendo 2 níveis de Ca e 5 níveis de Pd, utilizando o MAP como fonte de P.....	79
<b>TABELA 15.A</b>	Análise do desdobramento do nível de Ca dentro de cada nível de Pd.....	79
<b>TABELA 15.B</b>	Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada nível de Ca.....	79
<b>TABELA 16</b>	Análise de Variância das cinzas ósseas de frangos de corte aos 21 dias de idade, submetidos a ração contendo 2 níveis de Ca e 5 níveis de Pd, utilizando o MAP como fonte de P.....	79
<b>TABELA 16.A</b>	Análise do desdobramento do nível de Ca dentro de cada nível de Pd.....	80
<b>TABELA 16.B</b>	Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada nível de Ca.....	79
<b>TABELA 17</b>	Análise de Variância do coeficiente de retenção de P de frangos de corte aos 21 dias de idade, submetidos a ração contendo 2 níveis de Ca e 5 níveis de Pd, utilizando o MAP como fonte de P.....	80
<b>TABELA 17.A</b>	Análise do desdobramento do nível de Ca dentro de cada nível de Pd.....	80
<b>TABELA 17.B</b>	Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada nível de Ca.....	81
<b>TABELA 18</b>	Análise de Variância da excreção de fósforo de frangos de corte aos 21 dias de idade, submetidos a ração contendo 2 níveis de Ca e 5 níveis de Pd, utilizando o MAP como fonte de P.....	81
<b>TABELA 18.A</b>	Análise do desdobramento do nível de Ca dentro de cada nível de Pd.....	81
<b>TABELA 18.B</b>	Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada nível de Ca.....	81

**Tabela 1** Análise de Variância do CR de frangos de corte de 1 a 21 dias, alimentados com as fontes MAP e FMC-A com 4 níveis de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NIVEL	3	61203.599706	20401.199902	43.455	0.0000
FOSFATO	1	90609.761252	90609.761252	193.001	0.0000
NIVEL*FOSFATO	3	12757.544606	4252.514869	9.058	0.0001
erro	40	18779.101983	469.477550		
Total corrigido	47	183350.007548			
CV (%) =	1.76				
Média geral:	1230.7060417	Número de observações:	48		

**Tabela 1.A** Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fosfato

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NIVEL /1	3	42514.341400	14171.447133	30.186	0.0000
NIVEL /2	3	31446.802912	10482.267637	22.328	0.0000
Resíduo	40	18779.101983	469.477550		

**Tabela 1.B** Análise do desdobramento do fosfato dentro de cada nível de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FOSFATO /1	1	11625.810008	11625.810008	24.763	0.0000
FOSFATO /2	1	10241.610408	10241.610408	21.815	0.0000
FOSFATO /3	1	22583.628033	22583.628033	48.104	0.0000
FOSFATO /4	1	58916.257408	58916.257408	125.493	0.0000
Resíduo	40	18779.101983	469.477550		

**Tabela 2** Análise de Variância do GP de frangos de corte de 1 a 21 dias, alimentados com as fontes MAP e FMC-A com 4 níveis de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NIVEL	3	64503.181842	21501.060614	153.665	0.0000
FOSFATO	1	24807.522675	24807.522675	177.296	0.0000
NIVEL*FOSFATO	3	13017.000842	4339.000281	31.010	0.0000
erro	40	5596.875233	139.921881		
Total corrigido	47	107924.580592			
CV (%) =	1.51				
Média geral:	783.3220833	Número de observações:	48		

**Tabela 2.A** Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fosfato

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NIVEL	/1	3	56403.071667	18801.023889	134.368	0.0000
NIVEL	/2	3	21117.111017	7039.037006	50.307	0.0000
Resíduo		40	5596.875233	139.921881		

**Tabela 2.B** Análise do desdobramento do fosfato dentro de cada nível

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FOSFATO	/1	1	4867.838008	4867.838008	34.790	0.0000
FOSFATO	/2	1	2828.391075	2828.391075	20.214	0.0001
FOSFATO	/3	1	383.748300	383.748300	2.743	0.1055
FOSFATO	/4	1	29744.546133	29744.546133	212.580	0.0000
Resíduo		40	5596.875233	139.921881		

**Tabela 3** Análise de Variância da CA de frangos de corte de 1 a 21 dias, alimentados com as fontes MAP e FMC-A com 4 níveis de Pd

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NIVEL		3	0.044956	0.014985	14.232	0.0000
FOSFATO		1	0.003169	0.003169	3.009	0.0905
NIVEL*FOSFATO		3	0.018790	0.006263	5.948	0.0019
erro		40	0.042117	0.001053		
Total corrigido		47	0.109031			
CV (%) =		2.06				
Média geral:		1.5731250	Número de observações:	48		

**Tabela 3.A** Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fosfato

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NIVEL	/1	3	0.052500	0.017500	16.620	0.0000
NIVEL	/2	3	0.011246	0.003749	3.560	0.0221
Resíduo		40	0.042117	0.001053		

**Tabela 3.B** Análise do desdobramento do fosfato dentro de cada nível de Pd

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FOSFATO	/1	1	0.000133	0.000133	0.127	0.7238
FOSFATO	/2	1	0.000408	0.000408	0.388	0.5370
FOSFATO	/3	1	0.020008	0.020008	19.003	0.0001
FOSFATO	/4	1	0.001408	0.001408	1.338	0.2543
Resíduo		40	0.042117	0.001053		

**Tabela 4** Análise de Variância do CR de frangos de corte de 1 a 21 dias, alimentados com diferentes fosfatos com 2 níveis de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NIVEL	1	55248.534602	55248.534602	116.865	0.0000
FOSFATO	4	37608.701643	9402.175411	19.888	0.0000
NIVEL*FOSFATO	4	5858.219690	1464.554922	3.098	0.0235
erro	50	23637.737483	472.754750		
Total corrigido	59	122353.193418			
CV (%) =	1.76				
Média geral:	1237.3238333	Número de observações:	60		

**Tabela 4.A** Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fosfato

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NIVEL /1	1	13123.498800	13123.498800	27.760	0.0000
NIVEL /2	1	2850.850133	2850.850133	6.030	0.0176
NIVEL /3	1	6179.394675	6179.394675	13.071	0.0007
NIVEL /4	1	18493.815675	18493.815675	39.119	0.0000
NIVEL /5	1	20459.195008	20459.195008	43.277	0.0000
Resíduo	50	23637.737483	472.754750		

**Tabela 4.B** Análise do desdobramento do fosfato dentro de cada nível de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FOSFATO /1	4	18021.144887	4505.286222	9.530	0.0000
FOSFATO /2	4	25445.776447	6361.444112	13.456	0.0000
Resíduo	50	23637.737483	472.754750		

**Tabela 5** Análise de Variância do GP de frangos de corte de 1 a 21 dias, alimentados com diferentes fosfatos com 2 níveis de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NIVEL	1	55012.704000	55012.704000	251.990	0.0000
FOSFATO	4	1213.256840	303.314210	1.389	0.2511
NIVEL*FOSFATO	4	6054.816800	1513.704200	6.934	0.0002
erro	50	10915.665133	218.313303		
Total corrigido	59	73196.442773			
CV (%) =	1.86				
Média geral:	792.6293333	Número de observações:	60		

**Tabela 5.A** Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fosfato

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NIVEL	/1	1	9835.550208	9835.550208	45.052	0.0000
NIVEL	/2	1	6614.316075	6614.316075	30.297	0.0000
NIVEL	/3	1	3170.700300	3170.700300	14.524	0.0004
NIVEL	/4	1	22482.229008	22482.229008	102.981	0.0000
NIVEL	/5	1	18964.725208	18964.725208	86.869	0.0000
Resíduo		50	10915.665133	218.313303		

**Tabela 5.B** Análise do desdobramento de fosfato dentro de cada nível de Pd

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FOSFATO	/1	4	5954.973087	1488.743272	6.819	0.0002
FOSFATO	/2	4	1313.100553	328.275138	1.504	0.2145
Resíduo		50	10915.665133	218.313303		

**Tabela 6** Análise de Variância da CA de frangos de corte de 1 a 21 dias, alimentados com diferentes fosfatos com 2 níveis de Pd

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NIVEL		1	0.027735	0.027735	23.484	0.0000
FOSFATO		4	0.056600	0.014150	11.981	0.0000
NIVEL*FOSFATO		4	0.007140	0.001785	1.511	0.2131
erro		50	0.059050	0.001181		
Total corrigido		59	0.150525			
CV (%) =		2.20				
Média geral:		1.5625000	Número de observações:	60		

**Tabela 7** Análise de Variância das cinzas ósseas de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com as fontes MAP e FMC-A com 4 níveis de Pd

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FOSFATO		1	1120879.687500	1120879.687500	68.811	0.0000
FÁSFORO		3	870660.729167	290220.243056	17.817	0.0000
FOSFATO*FÁSFORO		3	425951.895833	141983.965278	8.716	0.0001
erro		40	651572.500000	16289.312500		
Total corrigido		47	3069064.812500			
CV (%) =		2.34				
Média geral:		5455.0625000	Número de observações:	48		



**Tabela 7.A** Análise do desdobramento do fosfato dentro de cada nível de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FOSFATO	/1 1	452020.083333	452020.083333	27.749	0.0000
FOSFATO	/2 1	67650.083333	67650.083333	4.153	0.0482
FOSFATO	/3 1	35861.333333	35861.333333	2.202	0.1457
FOSFATO	/4 1	991300.083333	991300.083333	60.856	0.0000
Resíduo	40	651572.500000	16289.312500		

**Tabela 7.B** Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fosfato

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FÀSFORO	/1 3	1049399.166667	349799.722222	21.474	0.0000
FÀSFORO	/2 3	247213.458333	82404.486111	5.059	0.0045
Resíduo	40	651572.500000	16289.312500		

**Tabela 8** Análise de Variância das cinzas ósseas de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com diferentes fosfatos com 2 níveis de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FONTTE	4	806170.100000	201542.525000	8.748	0.0000
NÓVEL	1	218044.816667	218044.816667	9.464	0.0034
FONTTE*NÓVEL	4	120479.433333	30119.858333	1.307	0.2801
erro	50	1151975.833333	23039.516667		
Total corrigido	59	2296670.183333			
CV (%) =	2.74				
Média geral:	5533.2166667	Número de observações:	60		

**Tabela 9** Análise de Variância do coeficiente de retenção de fósforo de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com as fontes MAP e FMC-A com 4 níveis de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FONTTE	1	193.517604	193.517604	73.453	0.0000
NÓVEL	3	449.273213	149.757738	56.843	0.0000
FONTTE*NÓVEL	3	236.596879	78.865626	29.935	0.0000
erro	16	42.153000	2.634563		
Total corrigido	23	921.540696			
CV (%) =	2.98				
Média geral:	54.5070833	Número de observações:	24		

**Tabela 9.A** Análise do desdobramento da fonte de P (fosfato) dentro de cada nível de Pd

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FONTE	/1	1	116.512267	116.512267	44.225	0.0000
FONTE	/2	1	0.048600	0.048600	0.018	0.8937
FONTE	/3	1	0.205350	0.205350	0.078	0.7837
FONTE	/4	1	313.348267	313.348267	118.937	0.0000
Resíduo		16	42.153000	2.634563		

**Tabela 9.B** Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fonte de P (fosfato)

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NÓVEL	/1	3	309.416425	103.138808	39.148	0.0000
NÓVEL	/2	3	376.453667	125.484556	47.630	0.0000
Resíduo		16	42.153000	2.634563		

**Tabela 10** Análise de Variância da excreção de fósforo de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com as fontes MAP e FMC-A com 4 níveis de Pd

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FONTE		1	0.026004	0.026004	54.270	0.0000
NÓVEL		3	0.147479	0.049160	102.594	0.0000
FONTE*NÓVEL		3	0.014813	0.004938	10.304	0.0005
erro		16	0.007667	0.000479		
Total corrigido		23	0.195963			
CV (%) =		5.98				
Média geral:		0.3662500	Número de observações:	24		

**Tabela 10.A** Análise do desdobramento da fonte de P dentro de cada nível de Pd

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FONTE	/1	1	0.008067	0.008067	16.835	0.0008
FONTE	/2	1	0.001667	0.001667	3.478	0.0806
FONTE	/3	1	0.000267	0.000267	0.557	0.4665
FONTE	/4	1	0.030817	0.030817	64.313	0.0000
Resíduo		16	0.007667	0.000479		

**Tabela 10.B** Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada fonte de P

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NÓVEL	/1	3	0.084358	0.028119	58.684	0.0000
NÓVEL	/2	3	0.077933	0.025978	54.214	0.0000
Resíduo		16	0.007667	0.000479		

**Tabela 11** Análise de Variância do coeficiente de retenção de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com diferentes fosfatos com 2 níveis de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
-----	-----	-----	-----	-----	-----
FONTE	4	49.292387	12.323097	6.052	0.0023
NÓVEL	1	330.605603	330.605603	162.359	0.0000
FONTE*NÓVEL	4	22.088213	5.522053	2.712	0.0593
erro	20	40.725133	2.036257		
-----	-----	-----	-----	-----	-----
Total corrigido	29	442.711337			
-----	-----	-----	-----	-----	-----
CV (%) =	2.30				
Média geral:	61.9476667	Número de observações:	30		
-----	-----	-----	-----	-----	-----

**Tabela 12** Análise de Variância da excreção de fósforo de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com diferentes fosfatos com 2 níveis de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
-----	-----	-----	-----	-----	-----
FONTE	4	0.006080	0.001520	6.000	0.0024
NÓVEL	1	0.075000	0.075000	296.053	0.0000
FONTE*NÓVEL	4	0.002133	0.000533	2.105	0.1180
erro	20	0.005067	0.000253		
-----	-----	-----	-----	-----	-----
Total corrigido	29	0.088280			
-----	-----	-----	-----	-----	-----
CV (%) =	4.71				
Média geral:	0.3380000	Número de observações:	30		
-----	-----	-----	-----	-----	-----

**Tabela 13** Análise de Variância do CR de frangos de corte de 1 a 19 dias de idade, submetidos a ração contendo 2 níveis de Ca e 5 níveis de Pd, utilizando o MAP como fonte de P

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
-----	-----	-----	-----	-----	-----
NÓVEL_DE_C	1	46.863911	46.863911	0.083	0.7744
NÓVEL_DE_P	4	26967.183670	6741.795918	11.907	0.0000
NÓVEL_DE_C*NÓVEL_DE_P	4	27694.252020	6923.563005	12.228	0.0000
erro	70	39635.938788	566.227697		
-----	-----	-----	-----	-----	-----
Total corrigido	79	94344.238389			
-----	-----	-----	-----	-----	-----
CV (%) =	2.59				
Média geral:	919.0666250	Número de observações:	80		
-----	-----	-----	-----	-----	-----

**Tabela 13.A** Análise do desdobramento do nível de Ca dentro de cada nível de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NÓVEL_DE_C	/1 1	19995.374025	19995.374025	35.313	0.0000
NÓVEL_DE_C	/2 1	57.078025	57.078025	0.101	0.7518
NÓVEL_DE_C	/3 1	3543.523256	3543.523256	6.258	0.0147
NÓVEL_DE_C	/4 1	4032.250000	4032.250000	7.121	0.0095
NÓVEL_DE_C	/5 1	112.890625	112.890625	0.199	0.6566
Resíduo	70	39635.938788	566.227697		

**Tabela 13.B** Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada nível de Ca

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NÓVEL_DE_P	/1 4	6700.150040	1675.037510	2.958	0.0254
NÓVEL_DE_P	/2 4	47961.285650	11990.321412	21.176	0.0000
Resíduo	70	39635.938788	566.227697		

**Tabela 14** Análise de Variância do GP de frangos de corte de 1 a 19 dias de idade, submetidos a ração contendo 2 níveis de Ca e 5 níveis de Pd, utilizando o MAP como fonte de P

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NÓVEL_DE_C	1	206.403125	206.403125	0.597	0.4424
NÓVEL_DE_P	4	14619.859567	3654.964892	10.567	0.0000
NÓVEL_DE_C*NÓVEL_DE_erro	4	31275.977913	7818.994478	22.606	0.0000
	70	24211.541550	345.879165		
Total corrigido	79	70313.782155			
CV (%) =	2.73				
Média geral:	682.2157500	Número de observações:	80		

**Tabela 14.A** Análise do desdobramento do nível de Ca dentro de cada nível de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NÓVEL_DE_C	/1 1	17463.622500	17463.622500	50.491	0.0000
NÓVEL_DE_C	/2 1	772.423056	772.423056	2.233	0.1396
NÓVEL_DE_C	/3 1	7859.265756	7859.265756	22.723	0.0000
NÓVEL_DE_C	/4 1	2232.562500	2232.562500	6.455	0.0133
NÓVEL_DE_C	/5 1	3154.507225	3154.507225	9.120	0.0035
Resíduo	70	24211.541550	345.879165		

**Tabela 14.B** Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada nível de Ca

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NÓVEL_DE_P	/1 4	11222.840515	2805.710129	8.112	0.0000
NÓVEL_DE_P	/2 4	34672.996965	8668.249241	25.061	0.0000
Resíduo	70	24211.541550	345.879165		

**Tabela 15** Análise de Variância da CA de frangos de corte de 1 a 19 dias de idade, submetidos a ração contendo 2 níveis de Ca e 5 níveis de Pd, utilizando o MAP como fonte de P

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NÓVEL_DE_C	1	0.001531	0.001531	1.382	0.2437
NÓVEL_DE_P	4	0.006438	0.001609	1.453	0.2259
NÓVEL_DE_C*NÓVEL_DE_erro	4	0.020112	0.005028	4.539	0.0026
	70	0.077537	0.001108		
Total corrigido	79	0.105619			
CV (%) =	2.47				
Média geral:	1.3481250	Número de observações:	80		

**Tabela 15.A** Análise do desdobramento do nível de Ca dentro de cada nível de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NÓVEL_DE_C /1	1	0.003306	0.003306	2.985	0.0885
NÓVEL_DE_C /2	1	0.001600	0.001600	1.444	0.2335
NÓVEL_DE_C /3	1	0.007225	0.007225	6.523	0.0128
NÓVEL_DE_C /4	1	0.000006	0.000006	0.006	0.9403
NÓVEL_DE_C /5	1	0.009506	0.009506	8.582	0.0046
Resíduo	70	0.077537	0.001108		

**Tabela 15.B** Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada nível de Ca

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NÓVEL_DE_P /1	4	0.014175	0.003544	3.199	0.0178
NÓVEL_DE_P /2	4	0.012375	0.003094	2.793	0.0324
Resíduo	70	0.077537	0.001108		

**Tabela 16** Análise de Variância das cinzas ósseas de frangos de corte aos 21 dias de idade, submetidos a ração contendo 2 níveis de Ca e 5 níveis de Pd, utilizando o MAP como fonte de P

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NÓVEL_DE_C	1	57.888360	57.888360	37.964	0.0000
NÓVEL_DE_P	4	99.666141	24.916535	16.341	0.0000
NÓVEL_DE_C*NÓVEL_DE_erro	4	85.893946	21.473487	14.083	0.0000
	150	228.723850	1.524826		
Total corrigido	159	472.172298			
CV (%) =	2.42				
Média geral:	51.0026250	Número de observações:	160		

**Tabela 16.A** Análise do desdobramento do nível de Ca dentro de cada nível de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NÓVEL_DE_C	/1 1	21.961878	21.961878	14.403	0.0002
NÓVEL_DE_C	/2 1	24.605113	24.605113	16.136	0.0001
NÓVEL_DE_C	/3 1	30.225312	30.225312	19.822	0.0000
NÓVEL_DE_C	/4 1	17.985003	17.985003	11.795	0.0008
NÓVEL_DE_C	/5 1	49.005000	49.005000	32.138	0.0000
Resíduo	150	228.723850	1.524826		

**Tabela 16.B** Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada nível de Ca

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NÓVEL_DE_P	/1 4	9.644968	2.411242	1.581	0.1816
NÓVEL_DE_P	/2 4	175.915120	43.978780	28.842	0.0000
Resíduo	150	228.723850	1.524826		

**Tabela 17** Análise de Variância do coeficiente de retenção de P de frangos de corte aos 21 dias de idade, submetidos a ração contendo 2 níveis de Ca e 5 níveis de Pd, utilizando o MAP como fonte de P

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
%CA	1	267180.500000	267180.500000	2.688	0.1089
%PD	4	8199614.480000	2049903.620000	20.625	0.0000
%CA*%PD	4	4997921.600000	1249480.400000	12.571	0.0000
erro	40	3975656.800000	99391.420000		
Total corrigido	49	17440373.380000			
CV (%) =	5.79				
Média geral:	5442.8200000	Número de observações:	50		

**Tabela 17.A** Análise do desdobramento do nível de Ca dentro de cada nível de Pd

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
%CA	/1 1	2530090.000000	2530090.000000	25.456	0.0000
%CA	/2 1	1225000.000000	1225000.000000	12.325	0.0011
%CA	/3 1	9241.600000	9241.600000	0.093	0.7620
%CA	/4 1	287641.600000	287641.600000	2.894	0.0967
%CA	/5 1	1213128.900000	1213128.900000	12.206	0.0012
Resíduo	40	3975656.800000	99391.420000		

**Tabela 17.B** Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada nível de Ca

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
%PD	/1	4	374592.640000	93648.160000	0.942	0.4487
%PD	/2	4	12822943.440000	3205735.860000	32.254	0.0000
Resíduo		40	3975656.800000	99391.420000		

**Tabela 18** Análise de Variância da excreção de fósforo de frangos de corte aos 21 dias de idade, submetidos a ração contendo 2 níveis de Ca e 5 níveis de Pd, utilizando o MAP como fonte de P

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
%CA		1	0.020000	0.020000	0.004	0.9499
%PD		4	1638.520000	409.630000	81.762	0.0000
%CA*%PD		4	320.280000	80.070000	15.982	0.0000
erro		40	200.400000	5.010000		
Total corrigido		49	2159.220000			
CV (%) =		7.63				
Média geral:		29.3400000	Número de observações:	50		

**Tabela 18.A** Análise do desdobramento do nível de Ca dentro de cada nível de Pd

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
%CA	/1	1	90.000000	90.000000	17.964	0.0001
%CA	/2	1	48.400000	48.400000	9.661	0.0035
%CA	/3	1	0.900000	0.900000	0.180	0.6740
%CA	/4	1	28.900000	28.900000	5.768	0.0211
%CA	/5	1	152.100000	152.100000	30.359	0.0000
Resíduo		40	200.400000	5.010000		

**Tabela 18.B** Análise do desdobramento do nível de Pd dentro de cada nível de Ca

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
%PD	/1	4	275.040000	68.760000	13.725	0.0000
%PD	/2	4	1683.760000	420.940000	84.020	0.0000
Resíduo		40	200.400000	5.010000		