

CRISTIANE QUEIROZ LIMA CORTELAZZI

**Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos para
alimentação animal**

Pirassununga

2006

CRISTIANE QUEIROZ LIMA CORTELAZZI

**Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos para
alimentação animal**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:

Nutrição Animal

Orientador:

Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque

Pirassununga

2006

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.1637
FMVZ

Cortelazzi, Cristiane Queiroz Lima

Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos para
alimentação animal / Cristiane Queiroz Lima Cortelazzi. –
Pirassununga : C. Q. L. Cortelazzi, 2006.

61 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo.
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de
Nutrição e Produção Animal, 2006.

Programa de Pós-graduação: Nutrição Animal.
Área de concentração: Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque.

1. Biodisponibilidade. 2. Fosfato comercial. 3. Fósforo.
4. Frango de corte. I. Título.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Comissão de Bioética

PARECER

Interessado: Cristiane Queiroz Lima Cortelazzi

Assunto: Protocolo de experimentação adotado em experimento animal.

A Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, após analisar o projeto sob o número 822/2005, intitulado: "Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos para a alimentação animal", no qual foram utilizados 680 (seiscentos e oitenta) frangos, sob responsabilidade do Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque, constatou que o mesmo foi realizado de acordo com os princípios de bioética, adotados por esta Comissão.

São Paulo, 20 de dezembro de 2005

Prof. Dra.  Julia Maria Matera

Presidente da Comissão de Bioética

FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: CORTELAZZI, Cristiane Queiroz Lima

Título: Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos para alimentação animal

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Assinatura : _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Assinatura : _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Assinatura : _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Aos meus pais Alcindo e Cândida, pelo amor, carinho, apoio e confiança
sempre em mim depositados

A minha irmã Juliana, amiga sempre pronta para me ajudar

Ao meu marido André e meu filho Andrezinho, pelo amor incondicional,
razão da minha felicidade e motivo do meu crescimento

Dedico a vocês este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque, pelo apoio e confiança em mim depositados,

Ao Prof. Dr. Félix Ribeiro de Lima, pela oportunidade de realização deste trabalho e pela iniciação na área de pesquisa,

Ao Prof. Dr. Messias Alves da Trindade Neto, pela colaboração na elaboração das rações,

Ao Prof. Dr. Paulo Henrique Mazza Rodrigues, pela credibilidade,

A todos os funcionários do VNP e em especial às secretárias, Cristiane e Lúcia, pela ajuda e principalmente pela amizade,

A equipe do laboratório de bromatologia, Ari, Simi, Gilson e Izabel, pelos ensinamentos, paciência e apoio,

Aos funcionários do aviário e fábrica de ração por estarem sempre prontos para ajudar,

A Doutora Laura Borgatti e a pós graduanda Polyana Arruda, pela ajuda na condução do experimento e especialmente pela amizade, carinho e atenção,

A todos os colegas de pós-graduação e todas as pessoas que me ajudaram direta e indiretamente,

Agradeço sinceramente!

RESUMO

CORTELAZZI, C. Q. L. **Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos para alimentação animal.** [Availability of phosphorus for broilers in commercial calcium]. 2006. 61 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

Foi objetivo do presente estudo avaliar a biodisponibilidade relativa do fósforo a partir de fosfatos comerciais usados na alimentação animal, utilizando-se de 680 pintos de corte, machos, da linhagem Ross, de 1 dia de idade, distribuídos aleatoriamente em 17 tratamentos no período de 21 dias. Foram adicionados dois níveis de fósforo suplementar (0,08 e 0,16%) à dieta basal com baixo nível de fósforo total (0,40%), sendo a fonte padrão de fósforo o fosfato bicálcico quimicamente puro. A biodisponibilidade do fósforo para cada fosfato comercial foi calculada pelo método do “slope ratio” através da regressão dos valores dos parâmetros ósseos (cinzas da tíbia e dedos médio) e desempenho animal (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar). Os valores de ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e parâmetros ósseos aumentaram em resposta aos incrementos de P na dieta, independentemente da fonte de fósforo. Valores de BRP foram calculados a partir do peso das cinzas nos dedos médio aos 21 dias, sendo que o mais alto valor foi obtido pelo fosfato monossódico quanto comparado aos demais fosfatos testados.

Palavras-chave: Biodisponibilidade. Fosfato comercial. Fósforo. Frango de corte.

ABSTRACT

CORTELAZZI, C. Q. L. **Availability of phosphorus for broilers in commercial calcium.** [Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos para alimentação animal]. 2006. 61 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

The relative bioavailability of phosphorus was studied in a trial with 680 male Ross chicks used in a 21 day .Phosphates were added to the basal diet to provide 0,08 and 0,16% supplemental P. The reference standard was a purified grade calcium phosphate dibasics. Slope ratio technique was used to calculate relative bioavailability of phosphorus, based on bone parameters (tibia and toe ash) and body weight gain, feed intake and feed:gain ratio. At day 21, body weight gain, feed intake, feed:gain ratio and bone parameters increased with incremental levels of P in the diet regardless of source. Relative bioavailability of phosphorus based on toe ash was higher from monosodium phosphate as compared with studies phosphates.

Key Words: Bioavailability. Broilers. Phosphates. Phosphorus.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

TABELA 1 - Níveis de garantia dos fosfatos experimentais: cálcio e fósforo ..	37
TABELA 2 - Composição da dieta basal	38
TABELA 3 - Níveis de cálcio, fósforo e relação cálcio:fósforo nas dietas experimentais	38
TABELA 4 - Quadro de análise de variância	39
TABELA 5 - Ganho de peso médio aos 21 dias de idade, (g/dia) ⁽¹⁾⁽²⁾	42
TABELA 6 - Consumo de ração médio aos 21 dias de idade, (g/dia) ⁽¹⁾⁽²⁾	44
TABELA 7 - Conversão alimentar média aos 21 dias de idade, (g/kg) ⁽¹⁾⁽²⁾	46
TABELA 8 - Peso médio das cinzas das Tíbias aos 21 dias de idade, mg ⁽¹⁾⁽²⁾ ..	48
TABELA 9 - Peso médio das cinzas dos dedos médio aos 21 dias de idade, mg ⁽¹⁾⁽²⁾	49
TABELA 10 - Análise de variância dos valores médios para ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, mg de cinzas da tíbia e mg de cinzas dos dedos médio das aves no período de 1 a 21 dias de idade, (Quadrado médio)	50

TABELA 11 - Biodisponibilidade relativa de fósforo para fosfatos experimentais: coeficiente de determinação, equações de regressão e valores calculados com base no ganho de peso médio das aves aos 21 dias de idade	54
TABELA 12 - Biodisponibilidade relativa de fósforo para fosfatos experimentais: coeficiente de determinação, equações de regressão e valores calculados com base em miligramas de cinzas da tíbia aos 21 dias de idade	55
TABELA 13 - Biodisponibilidade relativa de fósforo para fosfatos experimentais: coeficiente de determinação, equações de regressão e valores calculados com base em miligramas de cinzas dos dedos médio aos 21 dias de idade	55
TABELA 14 - Biodisponibilidade relativa de fósforo para fosfatos experimentais, valores calculados com base no ganho de peso (GP), mg de cinzas da tíbia (MCT) e mg de cinzas dos dedos médio (MCD) aos 21 dias de idade	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP	molécula de trifosfato de adenosina
BRA	Brasil
BRP	biodisponibilidade relativa do fósforo
Ca	cálcio
CA	conversão alimentar
CR	consumo de ração
F	fontes
FA	fosfato agrícola
FB	fosfato bicálcico puro
FC	fosfato comercial
FR	fosfato de rocha
FT	fosfato tricálcico purificado
GP	ganho de peso
MCD	miligramas de cinzas dos dedos médio
MCT	miligramas de cinzas da tíbia
N	níveis
P	fósforo
PB	proteína bruta
PTH	hormônios paratiroidianos

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
	REFERÊNCIAS	24

CAPÍTULO II

1	INTRODUÇÃO	34
2	MATERIAL E MÉTODOS	35
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4	CONCLUSÕES.....	57
	REFERÊNCIAS	58

CAPÍTULO III

1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
---	---------------------------	----

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

A alimentação representa cerca de 70% do custo total da produção de frango de corte. A estreita margem entre o lucro e o prejuízo varia conforme o rendimento das rações utilizadas. Assim é evidente a grande preocupação no aperfeiçoamento constante da eficiência alimentar.

O fósforo, depois da energia e da proteína, é considerado o terceiro nutriente mais importante em dietas para aves (LIMA et al., 1994). Sendo que a alimentação das aves esta baseada principalmente na mistura de ingredientes vegetais, que possuem em sua maior parte fósforo ligado à molécula de fitato, este fósforo fica indisponível para os animais. Sendo assim é necessária a adição de ingredientes que forneçam as quantidades suficientes de fósforo disponível. A principal fonte suplementar de fósforo nas dietas das aves é o fosfato bicálcico, uma fonte mineral (GARZILLO, 1996).

Os estudos para determinar a disponibilidade de fósforo são importantes para avaliar o grau de aproveitamento dos ingredientes pelas aves, pois o fósforo suplementar possui custo elevado além de contaminar o meio ambiente quando eliminado em grande quantidade nas fezes.

O objetivo deste trabalho é determinar a biodisponibilidade de fósforo nos fosfatos experimentais através dos parâmetros de desempenho animal e formação óssea no frango de corte aos 21 dias de idade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Os minerais são conhecidos como nutrientes essenciais para o crescimento e bem estar das aves. Entretanto, determinar suas concentrações ótimas é extremamente difícil, pois existem complexas interações que atuam aumentando ou diminuindo suas disponibilidades (GORMAN; BALNAVE, 1994), além das diferentes necessidades de acordo com as diferentes espécies de aves (RODEHUTSCORD; DIICKMANN, 2005).

Descoberto e isolado em 1669 por Brand na Alemanha (SHEVE; BRINK JR, 1977) o fósforo é o elemento químico cujas funções biológicas atualmente estão melhores estabelecidas, sendo um dos minerais mais versáteis encontrados na natureza.

O fósforo é o segundo componente mineral mais abundante no corpo, sendo que 80% do seu total está presente no sistema esquelético (WALDROUP, 1996). É componente essencial para a formação dos ossos e manutenção, necessário para a formação do tecido muscular e formação dos ovos, componentes dos ácidos nucléicos no qual é fundamental no controle do metabolismo celular, auxilia na manutenção osmótica e no balanço ácido-básico, necessário para a formação dos fosfolipídeos, importante no metabolismo de aminoácidos, está envolvido na transferência de energia como componente da molécula de trifosfato de adenosina (ATP) e é ativador de muitos sistemas enzimáticos (UNDERWOOD, 1981). É depositado na matriz orgânica do osso sob a forma de hidroxiapatita. Está envolvido na formação de colágeno e mineralização óssea, aumentando a resistência tênsil do osso e acelera a cicatrização de fraturas (HEMME, 2005; KISSANE, 1985).

Pode ser ingerido na forma inorgânica como mono, di ou trifosfato, ou na forma orgânica como fitatos, fosfolipídeos ou fosfoproteínas. A absorção do fósforo 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 e outros minerais (HAYS; SWENSON, 1988). Com papéis tão diversificados no organismo animal, as concentrações de cálcio e fósforo no plasma, tecidos moles e ossos devem estar em constante equilíbrio, sendo controlados por refinados mecanismos endócrinos (GARZILLO, 1996). Cálcio e fósforo devem estar presentes em quantidades adequadas para todas as fases da vida. O (NRC, 1994), ressalta grande importância durante as fases do crescimento e postura. Em deficiência, ocorrem quedas nos índices de desempenho, elevação do índice de mortalidade, problemas de casca ou fadiga em poedeiras e grau de mineralização óssea inadequada. Waldroup (1996), descreve que o primeiro sintoma é o raquitismo.

No sangue, o fósforo é rapidamente destinado para a formação dos ossos e dentes de animais em crescimento. Os níveis plasmáticos são mantidos através da mineralização e desmineralização dos ossos. Quando em excesso, são eliminados através dos rins. Todo esse mecanismo é regulado pela ação dos hormônios paratiroídianos (PTH), calcitonina e estrógenos que atuam nos rins, ossos e intestino (MURRAY et al., 1990).

Na natureza, o fósforo aparece amplamente distribuído e é encontrado em todos os alimentos de origem vegetal. Nos vegetais, o maior percentual do fósforo presente encontra-se ligado ao ácido fítico que não é digerido pelos animais não ruminantes e, portanto não é aproveitado. O fósforo ligado ao ácido fítico é denominado de fósforo fítico, um composto não hidrolizado pelas enzimas digestivas dos animais não ruminantes (FERNANDES, 1996; GARZILLO, 1996; HAYS; SWENSON, 1988; LIMA, 1994; SOARES JR., 1990).

A alimentação das aves está baseada principalmente na mistura de ingredientes vegetais. Portanto, com quantidades reduzidas de fósforo disponível, o que torna necessário a adição de ingredientes que forneçam as quantidades suficientes de fósforo disponível para o crescimento ideal e mineralização óssea adequada. A principal fonte suplementar de fósforo nas dietas das

aves é uma fonte mineral, o fosfato bicálcico. Porém, devido ao elevado custo do ponto percentual de fósforo, fontes alternativas vêm sendo estudadas (GARZILLO, 1996).

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

O fosfato bicálcico comercial é um produto industrial resultante da neutralização do ácido sulfúrico e água, produzindo o ácido fosfórico que neutralizado com o calcário ou cal hidratada origina o fosfato bicálcico comercial (CARDOSO, 1991).

Huyghebaert et al. (1980), cita que os produtos comerciais possuem proporções variadas de fosfato monocálcico e bicálcico, dependendo do processamento empregado. Segundo Gill (1997) e Lima (1995) a qualidade do fosfato bicálcico depende do controle no processamento industrial empregado para a sua obtenção e também das matérias primas utilizadas, sendo que as fontes de fósforo utilizadas na alimentação não são produzidas igualmente.

Farinha de osso e farinhas de carne e ossos, fontes de origem animal, também são utilizadas como fontes de fósforo inorgânico. Fosfatos de rocha, bem como fosfatos agrícolas, apesar de serem baratos, apresentam menores disponibilidades biológicas de fósforo e elevados teores de flúor (CERQUEIRA CÉSAR; MENDONÇA JR., 1994; FERNANDES et al., 1999). O fosfato de rocha defluorinado, um fosfato tricálcico com baixos níveis de flúor (0,17%) e alta concentração de sódio (4,8 a 5,5%), quando comparado ao fosfato monossódico, o ganho de peso, consumo e eficiência alimentar, resistência da tíbia e porcentagem de cinzas na tíbia foram melhorados ao adicionar o fosfato de rocha defluorinado na dieta de frangos de corte observados durante o período de 14 dias (COFFEY et al., 1994).

Análises químicas realizadas em diferentes fosfatos mostram que existe uma grande variabilidade entre as fontes utilizadas. Lima et al. (1997), estudando fosfatos bicálcicos

mostraram que os valores de cálcio (16,5 a 25,7%) e fósforo (17,4 a 21,2%) variaram de acordo com a fonte avaliada.

Segundo Fernandes (1996), a variação na disponibilidade biológica de fósforo em alimentos vegetais e em suplementos comerciais é bastante grande, sendo de interesse econômico o conhecimento da disponibilidade destas fontes, permitindo formular rações com mais segurança para os animais e o meio ambiente.

Os estudos para determinar a disponibilidade de fósforo são importantes não somente para avaliar o grau de aproveitamento dos ingredientes pelas aves, mas também são imprescindíveis em relação ao meio ambiente, pois é considerável o impacto ecológico representado pela eliminação fecal de grandes quantidades de fósforo não aproveitado, e não aproveitável, pelos animais (GARZILLO, 1996; KEBREAB et al., 2005).

Inúmeras metodologias são utilizadas para a avaliação da disponibilidade do fósforo nas diversas fontes. Parâmetros biológicos de desempenho dos animais, como peso vivo, ganho de peso, conversão alimentar, consumo de ração; Avaliações físicas como percentual de cinzas na tíbia, resistência à quebra, peso da tíbia e medidas de densidade óssea podem ser utilizados para prever valores de disponibilidade biológica do fósforo (CANTOR et al., 1980; CERQUEIRA CÉSAR, 1991; FROST; ROLAND, 1991; LIMA, 1994; SULLIVAN, 1966).

Os métodos de digestibilidade não se mostraram adequados para a determinação da disponibilidade do fósforo nos alimentos. Cromwell (1992), afirma que estes ensaios biológicos permitem apenas a determinação da digestibilidade aparente do fósforo total da dieta, não permitindo uma estimativa individual de cada ingrediente.

Existem diversos fatores que podem influenciar a disponibilidade de fósforo: níveis de cálcio e de fósforo na dieta, a relação cálcio:fósforo, a forma e o grau de pureza das fontes estudadas e os níveis de vitamina D, alternando-se assim os resultados encontrados

(DAMRON; HARMS, 1970; EDWARDS, 1982; FRITZ et al., 1969; HARMS et al., 1967; WALDROUP et al., 1965).

Harms et al. (1967), propuseram a utilização de níveis variáveis de cálcio para cada nível suplementar de fósforo adicionado a dieta. Seus resultados mostraram que os teores de cálcio influenciam os valores obtidos de disponibilidade de fósforo. Entretanto, os autores fazem uma ressalva, citando que a curva desenvolvida para a relação cálcio:fósforo suplementar não deve ser aplicada quando são feitas modificações na ração basal utilizada no experimento.

Segundo Rama Rao et al. (2003), o ganho de peso e o consumo de ração diminuem com o aumento do cálcio na dieta, em baixos níveis de fósforo não fítico. As cinzas de tibia e resistência à quebra aumentaram com o aumento do cálcio e fósforo não fítico na dieta.

Forbes (1995), sugere um controle homeostático de ingestão de fósforo para manter a relação de cálcio:fósforo constante. Desta forma, o conteúdo excessivo de fósforo na dieta deprime a sua ingestão, provavelmente devido ao efeito negativo da baixa relação cálcio:fósforo sobre o metabolismo.

O valor de disponibilidade biológica do fosfato varia de acordo com o método empregado para determiná-lo, com o tipo de fosfato testado e com os objetivos do ensaio (SULLIVAN; DOUGLAS, 1990).

Entretanto, apesar das diversas metodologias empregadas, um procedimento básico é comum entre os métodos. Geralmente os autores procuram expressar a disponibilidade relativa do fósforo de uma fonte comparando-a a um fosfato padrão quimicamente puro ou bem definido, utilizando simultaneamente diversos critérios de mensuração, tais como desempenho, parâmetros de bioquímica sanguínea e características de resposta óssea (WALDROUP, 1996).

O estudo do fósforo exige a formulação de dietas experimentais com níveis muito abaixo das recomendações publicadas, para que possam ser adicionados vários níveis suplementares de fósforo sem que se atinja o platô de resposta para o parâmetro escolhido na avaliação da disponibilidade (GARZILLO, 1996). Segundo Waldroup (1996), uma ração deficiente em fósforo pode ser facilmente formulada à partir de fontes vegetais.

Os primeiros ensaios de disponibilidade foram realizados com dietas purificadas de milho, fibrina sanguínea e gelatina (GILLIS et al., 1948; GILLIS et al., 1954). Em 1966, Sullivan propôs a utilização de dietas convencionais que mesmo não permitindo uma suplementação mais ampla de fósforo, proporcionavam uma avaliação mais efetiva das diferentes fontes.

Fritz et al. (1969) afirmaram que a mortalidade de aves alimentadas com dieta basal purificada chegava a 70%, enquanto que em experimentos com dietas de milho e farelo de soja, a mortalidade não ultrapassava os 10%, o que inviabiliza a utilização de rações purificadas.

As necessidades de fósforo para deposição de cinzas ósseas são maiores do que para ganho (MOTZOK et al., 1956; SEBURTH et al., 1952; WILCOX et al., 1955). Nelson e Peeler (1961), relatam que com níveis baixos de fósforo nas rações, as aves inicialmente irão atender suas necessidades de crescimento e então, completar a mineralização de seus ossos. Isso é problemático, pois causam estados de deficiência prejudiciais ao desenvolvimento das aves, já que nestes ensaios, sempre se trabalham com níveis abaixo da recomendação de fósforo.

Esta afirmativa é confirmada por diversos autores (CERQUEIRA CÉSAR, 1991; LIMA, 1994; POTTER, 1988) que encontraram valores maiores de disponibilidade de fósforo quando avaliados à partir de peso vivo do que à partir de cinzas ósseas.

O percentual de cinzas ósseas é o parâmetro mais preciso para a determinação de disponibilidade biológica de fósforo (AKPE et al., 1987; FURTADO, 1991; KOCH et al., 1984; POTTER et al., 1995; WALDROUP, 1996). A maioria dos trabalhos publicados calculam os valores de disponibilidade biológica de fósforo à partir deste parâmetro.

Nelson e Walker (1964), encontraram uma variabilidade de 5% para os valores de disponibilidade quando foram expressos à partir de cinzas ósseas, afirmando que os valores de disponibilidade biológica de fósforo à partir de cinzas ósseas são mais constantemente obtidos do que à partir de parâmetros de desempenho.

Existem, além dos parâmetros de cinzas ósseas e peso vivo, outros métodos para determinar a disponibilidade de fósforo: medidas densiométricas ósseas (AKPE et al., 1987; GARZILLO, 1996); medidas de resistência à quebra dos ossos (BURNELL et al., 1990; CRENSHAW et al., 1981b; CROMWELL, 1992; CROMWELL et al., 1993; FROST; ROLAND, 1991; LIMA, 1994; NIMMO et al., 1980;); medidas de parâmetros sanguíneos (BOYD et al., 1983; FERANDES, 1996; GARDINER, 1962; LIMA, 1994) e medidas de cálculos matemáticos que consideram simultaneamente, ganho de peso, eficiência alimentar e porcentagem de cinzas (SULLIVAN, 1966).

Segundo Burnell et al. (1990), resistência à quebra é a máxima força exercida na tíbia até o momento que ocorre a quebra. Crenshaw et al. (1981a), ressalta que os resultados obtidos através da resistência à quebra podem ser influenciados por fatores como diferenças nos procedimentos experimentais (ossos frescos ou secos), instrumentos de medição mais modernos e diferenças nas dimensões ósseas resultantes de diferentes tratamentos experimentais.

Devido às diferenças existentes entre as fontes de matérias primas utilizadas para a formação dos fosfatos de uso em rações, existem a necessidade de estudar os produtos resultantes de jazida locais. Bellaver et al. (1987), relata que as rochas fosfatadas brasileiras

são na maioria de origem ígnea, desta forma, não seriam compatíveis aos fosfatos de rocha citados na literatura internacional.

Neste sentido Lima et al. (1994a), estudando diversos fosfatos comerciais produzidos no Brasil, avaliaram a disponibilidade relativa de fósforo em cinco fosfatos bicálcicos comerciais nacionais, utilizando como padrão um fosfato bicálcico quimicamente puro. O estudo revelou diferenças na disponibilidade de fósforo de acordo com o critério de avaliação empregado. Valores calculados com base em peso vivo aos 21 dias tenderam a ser mais elevados (97,1 a 105,7%) do que os obtidos a partir de outros critérios, como teor de cinzas na tibia (80,3 a 107,8%), resistência à quebra (83,4 a 110,5%) ou método de Sullivan (1966) (97,6 a 100,6%).

A análise química de 26 elementos minerais em sete amostras de fosfatos comerciais foram classificados por Lima et al. (1994b) como seguros quanto à presença de minerais potencialmente tóxicos de acordo com valores publicados pelo NRC (1980). Entretanto, os valores sugeridos como seguros devem ser considerados com ressalva, segundo Lima et al. (1995), uma vez que a bibliografia é escassa quanto aos limites de tolerância para quase todos os minerais.

Lima e Hays (1996) avaliaram características físicas e químicas de 3 fosfatos quimicamente puros, 4 fosfatos comerciais, 7 fosfatos de uso agrícola e 7 fosfatos de rocha. Os valores médios observados foram de 1,8; 2,4; 6,3 e 1,7% para umidade; 0; 1,2; 2,5 e 12% para resíduos insolúveis; 5,7; 6,7; 4,7 e 7,4 para pH; 669; 10003; 1055 e 1392g/L para densidade aparente; 42,7; 11,5; 55,0 e 0,2% para solubilidade de fósforo em água; 94,9; 84,3; 88,4 e 21,6% para solubilidade de fósforo em ácido cítrico, respectivamente para as fontes de fósforo estudadas.

Cadorin et al. (1984); Rostagno et al. (1988); Sakomura et al. (1983); Tortorelo et al. (1984) sugeriram a possibilidade de uso de fosfatos de rocha como substitutos parciais para o fosfato bicálcico na alimentação de aves.

No entanto, existe a necessidade de formular a ração com base em fósforo disponível quando da utilização destas fontes na dieta (OSORIO; JENSEN, 1986; SAKOMURA et al., 1986; VELOSO et al., 1991).

A substituição do fosfato bicálcico pelos fosfatos de rocha em rações de poedeiras comerciais não influenciou o desempenho das aves, possibilitando o uso destas fontes para poedeiras comerciais (MAIA, 1983; MATOS et al. 1981).

Entretanto, Mabe (1997), utilizando fosfatos de rocha como fonte de fósforo para aves em postura comercial observou forte depressão na produção de ovos de 80% para 47%. A disponibilidade de fósforo, com base na produção de ovos, foi baixa para os fosfatos de rocha para os 6 períodos testados.

Trabalhando com fosfatos de rocha em frangos de corte, diversos autores observaram depressão nos parâmetros de desempenho quando essas fontes foram comparadas com o fosfato bicálcico ou farinha de ossos (PIENIZ et al., 1991; ROSTAGNO et al., 1988; TRINDADE et al., 1983; TORTORELO et al., 1984).

Garzillo (1996), conduzindo experimento com frangos de corte, comparou 3 amostras de fosfatos comerciais de uso na nutrição animal (FC), 7 amostras de fosfatos de rocha (FR) e um fosfato tricálcico purificado (FT), além do fosfato bicálcico puro (FB), utilizado como padrão de referência. Os resultados obtidos mostram que os valores de peso corporal, consumo de ração e fósforo plasmático foram maiores ($P < 0,05$) para FC (729,2g; 1073,8g e 7,4mg/100mL, respectivamente) do que para os FR (679,9; 1003,2g e 5,8mg/100mL, respectivamente) e a disponibilidade de fósforo variou de 84,8% a 96,9% para os FC e de 39,2% a 74,7 para o FR, concluindo que os parâmetros estudados (desempenho, disponibilidade e parâmetros sanguíneos) foram deprimidos pela alimentação com fosfatos de rocha.

Rama Rao e Ramasubba (2001), compararam fontes de fósforo diferentes, fosfato bicálcico, farinha de ossos, mistura mineral comercial e ácido fosfórico, com fosfato tricálcico. Os resultados obtidos mostraram que o uso do fosfato bicálcico, farinha de ossos e ácido fosfórico não apresentaram diferenças no ganho de peso, consumo de ração e cinzas de tibia, como também no crescimento das aves, disponibilidade de fósforo e resistência óssea. O fosfato bicálcico, farinha de ossos e ácido fosfórico podem ser utilizados como fonte alternativa ao fosfato tricálcico.

Fernandes (1996), avaliando a biodisponibilidade do fósforo em fosfatos de uso agrícola, com base nos índices de peso corporal, encontrou variações de 86,5% a 110,9% para fosfatos comerciais (FC) e de 96,9% a 120,8% para os fosfatos de uso agrícola (FA). Quando o parâmetro de cinzas ósseas foi o critério, os valores foram de 72,0% a 101,0% para os FC e 77,3% a 110,5% para os FA e quando foi considerado o parâmetro de resistência óssea à quebra, a disponibilidade variou de 78,4% a 89,4% para os FC e 99,2% a 104,1% para os FA. Sendo a disponibilidade média dos fosfatos agrícolas mais alta para o peso corporal (107,6%), intermediária para a resistência óssea à quebra (101,1%) e mais baixa para a cinza óssea (93,3%).

A disponibilidade biológica dos fosfatos na alimentação animal vem sendo tema de diversos trabalhos científicos e reuniões técnicas ao longo de várias décadas, em várias regiões do mundo e envolvendo as mais diferentes espécies animais. Os autores, em geral, concordam que as várias metodologias empregadas, as inúmeras fontes inorgânicas provenientes de diferentes depósitos naturais, assim como os diferentes métodos para a obtenção do produto comercial, melhorado e alterado a cada ano, são fatores limitantes para um melhor conhecimento das fontes utilizadas, uma vez que a produção animal está modelada por conceitos econômicos, biológicos e de saúde pública.

REFERÊNCIAS

- AKPE, M. P.; WAIBEL, P. E.; LARNTZ, K.; METZ, A. L.; NOLL, S. L.; WALSER, M. M. Phosphorus availability bioassay using bone ash and bone densitometry as response criteria. **Poultry Science**, v. 66, p. 713-720, 1987.
- ANZAI, N. H. **Avaliação biológica da disponibilidade do fósforo para frangos de corte em fosfatos de cálcio puros e comerciais em fosfatos de sódio**. 1998. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 1998.
- BELLAVER, C.; GUIDONI, A. L.; ALBINO, L. F. T.; PIENIZ, L. C. Fontes e níveis de fosfatos de rocha sobre o desempenho de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, p. 1085-1091, 1987.
- BOYD, R. D.; HALL, D.; WU, J. F. Plasma alkaline phosphatase as a criterion for determining biological availability of phosphorus for swine. **Journal of Animal Science**, v. 57, n. 2, p. 396-401, 1983.
- BURNELL, T. W.; CROMWELL, G. L.; STAHLY, T. S. Effects of particle size on the biological availability of calcium and phosphorus in defluorinated phosphate for chicks. **Poultry Science**, v. 69, p. 1110-1117, 1990.
- CADORIN, R. L.; ARIKI, J.; BUTOLO, J. E. Fosfato de Patos de Minas como fonte parcial de fósforo em rações de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** p. 253.
- CANTOR, A. H.; MUSER, M. A.; BACON, W. L.; HELLEWLL, A. B. The use of boné mineral mass as na indicator of vitamina D status in turkeys. **Poultry Science**, v. 59, p. 563-568, 1980.
- 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.
- CERQUEIRA CÉSAR, M. **Digestibilidade biológica de fosfatos inorgânicos em frangos de corte**. 1991. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

CERQUEIRA CÉSAR, M.; MENDONÇA JR, C. X. Disponibilidade biológica de fosfatos inorgânicos em frangos de corte. **Arquivo de Biologia e Tecnologia**, v. 37, p. 191-202, 1994.

COFFEY, R. D.; MOONEY, K. W.; CROMWELL, G. L.; AARON, D. K. Biological availability of phosphorus in defluorinated phosphates with different phosphorus solubilities in neutral ammonium citrate for chicks and pigs. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 2653-2660, 1994.

CRENSHAW, T. D.; PEO JR, E. R.; LEWIS, A. J.; MOSER, B. D.; OLSON, D. G. Influence of age, sex and calcium and phosphorus levels on the mechanical properties of various bones in swine. **Journal of Animal Science**, v. 52, p. 1319-1981, 1981b.

CRENSHAW, T. D.; PEO JR, E. R.; LEWIS, A. J.; MOSER, B. D. Bone strength as a trait for assessing mineralization in swine. **Journal of Animal Science**, v. 53, n. 3, p. 827-835, 1981a.

CROMWELL, G. L. The biological availability of phosphorus in feedstuffs for pigs. **Pig News and Information**, v. 13, p. 75-78, 1992.

CROMWELL, G. L.; STHALY, T. S.; COFFEY, R. D.; MONEGUE, H. J.; RANDOLPH, J. H. Efficacy of phytase in improving the bioavailability of phosphorus in soybean meal and corn-soybean meal diets for pigs. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 1831-1840, 1993.

DAMRON, B. L.; HARMS, R. H. A comparison of phosphorus assay techniques with chicks. 7. Comparison of the relative performance of eight phosphate sources. **Poultry Science**, v. 49, n. 5, p. 1541-1545, 1970.

EDWARDS JR, H. M. Phosphorus 1. Effect of breed and strain on utilization of suboptimal levels of phosphorus in the ration. **Poultry Science**, v. 62, p. 77-84, 1982.

FERNANDES, J. I. M. **Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos de uso agrícola**. 1996. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 1996.

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

FERNANDES, J. I. M.; LIMA, F. R.; HAYS, V. W.; MENDONÇA JR, C. X.; MABE, I.; ALBUQUERQUE, R. Available phosphorus in agriculture grade phosphates for broilers. **Poultry Science**, v. 75, p. 43, 1996. Supplement 1.

FORBES, J. M. Specific nutrients affecting intake. In: FORBE, J. M. (Ed.). **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Oxon: Cab international, 1995. cap. 11, p. 226-246.

FRITZ, T. J.; ROBERTS, T.; BOEHNE, J. W.; HOVE, E. I. Factors affecting the chicks requeriment for phosphorus. **Poultry Science**, v. 48, n. 1, p. 307-320, 1969.

FROST, T. J.; ROLAND, D. A. Current methods used in determination and evaluation of tibia strength: a correlation study involving birds fed various levels of cholecalciferol. **Poultry Science**, v. 70, p. 1640-1643, 1991.

FURTADO, M. A. O. **Determinação da biodisponibilidade de fósforo em suplementos de fósforo para aves e suínos**. 1991. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1991.

GARDINER, E. E. The relationship between dietary phosphorus level and the level of plasma inorganic phosphorus of chicks. **Poultry Science**, v. 41, p. 1156-1563, 1962.

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 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

GILL, C. Phosphorus; be careful white cheap P. **Feed international**, September, 1997, p. 19-26.

GILLIS, M. B.; NORRIS, L. C.; HEUSER, F. G. The utilization by the chicks of phosphorus from differents sources. **Journal of Nutrition**, v. 35, p. 195-207, 1948.

GILLIS, M. B.; NORRIS, L. C.; HEUSER, F. G. Studies of biological value of inorganic phosphates. **Journal of Nutrition**, v. 52, p. 115-125, 1954.

GORMAN, I.; BALNAVE, D. Effects of dietary mineral supplementation on the performance and mineral retentions of broilers at high ambient temperatures. **British Poultry Science**, v. 35, p. 563-572, 1994.

HARMS, R. H.; WALDROUP, P. W.; DAMRON, B. L. A comparison of phosphorus assay techniques white chicks. 2. Development of calcium standart curve for monosodium phosphates. **Poultry Science**, v. 46, n. 4, p. 981-985, 1967.

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

HEMME, A.; SPARK, M.; WOLF, P.; PASCHERTZ, H.; KAMPHUES, J. Effects of different phosphorus sources in the diet bone composition and stability (breaking strength) in broilers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v. 89, p. 129-133, 2005.

HUYGHEBAERT, G.; DE GROOTE, G.; KEPPENS, L. The relative biological availability of phosphorus in feed phosphates for broilers. **Annales de Zootechnie**, v. 29, p. 245-263, 1980.

KEBREAB, E. Potencial cost and environment impact of feeding high oil corn to poultry in Brasil. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, n. 3, p. 463-475, 2005.

KISSANE, J. M. **Anderson's pathology**. 8.ed. Missouri: Mosby, 1985.

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

LIMA F. R. Quantidade e qualidade de fósforo na nutrição mineral. **Avicultura, Ciência e Tecnologia**, v. 13, p. 20-25, 1995.

LIMA F. R.; HAYS, V. W. Mineral concentrations in phosphates. **Poultry Science**, v. 75, suppl. 1, p. 85, 1996.

LIMA, F. R. **Parâmetros ósseos e de desempenho de frangos de corte usados como critérios para avaliação da disponibilidade biológica de fósforo em fosfatos bicálcicos**. 1994. 153 f. 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. Aspectos biológicos, químicos e físicos de fosfatos bicálcicos usados na alimentação de frangos de corte. In: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA**, 1994b, Santos. **Anais...** Santos: FACTA. p. 1.

LIMA, F. R.; MENDONÇA JR, C. X.; ALVAREZ, J. C. Biological evaluations of commercial dicalcium phosphates as sources of available phosphorus for broiler chicks. **Poultry Science**, v. 76, p. 1707-1713, 1997.

LIMA, F. R.; MENDONÇA JR, C. X.; ALVAREZ, J. C. Chemical and physical evaluations of commercial dicalcium phosphates as sources of phosphorus in animal nutrition. **Poultry Science**, v. 74, p. 1659-1670, 1995.

LIMA, F. R.; MENDONÇA JR, C. X.; ALVAREZ, J. C. Evaluation of established dicalcium phosphate for broiler chicks. **Poultry Science**, v. 73, p. 116, 1994a. Supplement 1.

MABE, I. **Biodisponibilidade de fósforo para poedeiras em fosfatos de cálcio puros, fosfatos bicálcicos comerciais e fosfatos de rocha**. 1997. 153 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 1997.

MAIA, J. D. **Utilização de fosfato de Araxá em rações para frangos de corte**. 1983. 42 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1983

MATOS, F. J. R.; CAMPOS, E. J.; BAIÃO, N. C.; SILVA, G. J. C. Utilização de fosfatos de rocha na alimentação de poedeiras comerciais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA, 7., Recife, 1981. **Anais...** Recife: União Brasileira de Avicultura, 1981. v. 3, p. 599-610.

MOTZOK, I.; ARTHUR, D.; BRANION, H. D. Utilization of phosphorus from various phosphate supplements by chicks. **Poultry Science**, v. 35, p. 627-648, 1956.

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

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy of Science, 1994. 155 p.

NELSON, T. S.; PEELER, H. J. The availability of phosphorus from single and combined phosphates to chicks. **Poultry Science**, v. 40, p. 1321-1328, 1961.

NELSON, T. S.; WALKER, A. C. The biological evaluation of phosphorus compounds. **Poultry Science**, v. 43, p. 94-98, 1964.

NIMMO, R. D.; PEO JR., E. R.; MOSER, B. D.; CUNNINGHAM, P. J.; OLSON, D. G. Effects of various levels of dietary calcium and phosphorus on performance, blood and bone parameters in growing boars. **Journal of Animal Science**, v. 51, p. 100, 1980.

OSORIO, J. G.; JENSEN, L. S. Biological availability of phosphorus from a venezuelan rock phosphate for broiler chicks. **Nutrition Reports International**, v. 33, n. 3, p. 545-552, 1986.

PIENIZ, L. C.; SONCINI, R.; MORES, N.; CÉSAR, J. S.; JAENISCH, F. R. A influência de níveis e fontes de cálcio e fósforo em rações, relacionadas ao desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. **Anais...** p. 76.

POTTER, L. M. Bioavailability of phosphorus from various phosphates based on body weight and toe ash measurements. **Poultry Science**, v. 67, p. 96-102, 1988.

POTTER, L. M.; POTCHANAKORN, M.; RAVINDRAN, V.; KORNEGAY, E. T. Bioavailability of phosphorus in various phosphates sources using body weight and toe ash as response criteria. **Poultry Science**, v. 74, p. 813-820, 1995.

RAMA RAO, S. V.; RAJU, M. V. L. N.; REDDY, M. R.; PAVANI, P.; SHYAM, S. G.; SHARMA, R. P. Dietary calcium and non-phytin phosphorus interaction on growth, bone mineralization and mineral retention in broiler starter chicks. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 16, p. 719-725, 2003.

RAMA RAO, S. V.; RAMASUBBA REDDY, V. Relative bioavailability of different phosphorus supplements in broiler and layer chicken diets. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 14, p. 979-985, 2001.

RODEHUTSCORD, M.; DIICKMANN, A. Comparative studies with three-week-old chickens, turkeys, ducks and quails on the response in phosphorus utilization to a supplementation of monobasic calcium phosphates. **Poultry Science**, v. 84, n. 8, p. 1252-1260, 2005.

ROSTAGNO, H. S.; SAKOMURA, N. K.; LIMA, I. L.; LIMA, I. L.; KUANA, S. Fosfatos de rocha bruto e fosfatos de rocha parcialmente defluorinado em rações de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 17, n. 3, p. 258-267, 1988.

SAKOMURA, N. K.; BUTOLO, J. E.; ARIKI, J. Fosfatos de patos de Minas e de Catalão na alimentação de poedeiras comerciais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO E BRASILEIRO DE AVICULTURA, 8., 1983, Camboriú. **Anais...** v. 1, p. 130-140.

SAKOMURA, N. K.; FERREIRA, R. G.; ARIKI, J. Fosfatos de rocha como fontes de fósforo em rações de frangos de corte. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande. **Anais...** p. 107.

SHEVE, R. N.; BRINK JR, J. A. Phosphorus Industries. **Chemical process industries**. 4. ed. Tokio: McGraw Hill, 1977. cap. 16, p. 244-265.

SIEBURTH, J. F.; MC GINNIS, J.; WAHL, F.; McLAREN, B. A. Availability of phosphorus in unifine flour for the chick. **Poultry Science**, v. 31, p. 813-818, 1952.

SOARES JR, J. H. An overview of calcium and phosphorus in feedstuffs. In: GEORGIA NUTRITION CONFERENCE, **Proceedings...** Athens: University of Georgia, 1990, p. 194-200.

SULLIVAN, T. W. A triple method for determining biological value of phosphorus sources with young turkeys. **Poultry Science**, v. 45, p. 1236-1245, 1966.

SULLIVAN, T. W.; DOUGLAS, J. H. Phosphorus bioassays – developments in five decades. In: **Nutrition for the nineties proceedings**. Mundellein: Pitman-Moore, 1990, p. 18-37.

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 ammonium citrate. **Poultry Science**, v. 71, p. 2065-2074, 1992.

TORTORELO, A. A. L.; ARIKI, J.; BUTOLO, J. E.; SAKOMURA, N. K.; JUNQUEIRA, O. M. Fosfatos de Patos de Minas como fontes de fósforo em rações de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21., 1984, Belo Horizonte, **Anais...** p. 252.

TRINDADE, D. S.; CAVALHEIRO, A. C. L.; OLIVEIRA, S. C.; OLIVEIRA, M. F. G. Avaliação de fontes de fósforo na alimentação de frangos de corte. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO E BRASILEIRO DE AVICULTURA, 1983, Camboriú, **Anais...** v. 1, p. 220-221.

UNDERWOOD, E. J. **The mineral nutrition of livestock**. 2. ed, London: Commonwealth Agricultural Bureau, 1981. 174 p.

VELOSO, J. A. F.; FURTADO, M. A. O.; BORGES, F. M. O. Avaliação de fontes de fósforo. I – Biodisponibilidade do fósforo de dez fontes para frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa, **Anais...** p. 325.

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

WALDROUP, P. W.; AMMERMAN, C. B.; HARMS, R. H. A comparison of phosphorus assay techniques with chicks. **Poultry Science**, v. 44, p. 1086-1089, 1965.

WILCOX, R. A.; CARLSON, C. W.; KOHLMAYER, W.; GASTLER, G. F. The availability of phosphorus from different sources for poultry fed practical type diets. **Poultry Science**, v. 34, p. 1017-1023, 1955.

CAPÍTULO II

RESUMO

CORTELAZZI, C. Q. L. **Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos para alimentação animal.** [Availability of phosphorus for broilers in commercial calcium]. 2006. f. 32-61. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

Seiscentos e oitenta frangos de corte machos Ross foram utilizados em um teste em baterias (10 aves/gaiola) com a duração de 21 dias para determinar a biodisponibilidade relativa do fósforo (BRP) em 8 amostras de fosfatos comerciais para alimentação animal, utilizando como padrão o fosfato bicálcico quimicamente puro. A dieta basal foi formulada a base de milho e farelo de soja, contendo 22% de PB e 0,40% de P total, e suplementada com dois níveis de fósforo (0,08 e 0,16%) a partir dos fosfatos experimentais. Ao término do experimento foram removidas as tíbias esquerdas para determinação de porcentagem dos parâmetros ósseos. Foram avaliados parâmetros de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), parâmetros ósseos (teor de cinzas das tíbias e dedos médio) e valores de BRP pelo método “slope ratio”. Os valores de ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e parâmetros ósseos aumentaram em resposta aos incrementos de P na dieta, independentemente da fonte de fósforo. Valores de BRP foram calculados a partir do peso das cinzas nos dedos médio aos 21 dias, sendo que o mais alto valor foi obtido pelo fosfato monossódico quanto comparado aos demais fosfatos testados.

Palavras-chave: Biodisponibilidade. Fosfato comercial. Fósforo. Frango de corte.

ABSTRACT

CORTELAZZI, C. Q. L. **Availability of phosphorus for broilers in commercial calcium.** [Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos para alimentação animal]. 2006. f. 32-61. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

Six hundred and eight male Ross chicks were used in a 21 day trial (10 birds/battery cage) to study the relative availability of phosphorus in 8 samples of commercial feed grade phosphates. Phosphates sources were the reference standard purified grade calcium phosphate dibasic. Phosphates were added to the basal corn-soy diet (22% protein; 0,40% total phosphorus) to provide 0,08 and 0,16% supplemental P. Slope ratio technique was used to determine body weight gain, feed intake, feed:gain ratio, tibia and toe ash percentage and relative bioavailability of phosphorus. At day 21, body weight gain, feed intake, feed:gain ratio and bone parameters increased with incremental levels of P in the diet regardless of source. Relative bioavailability of phosphorus based on toe ash was higher from monosodium phosphate as compared with studies phosphates.

Key Words: Bioavailability. Broilers. Phosphates. Phosphorus.

1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira é referência mundial no fomento de tecnologia e produção sendo a segunda maior produtora mundial de carne de frango e considerada a base sustentável do plano econômico atual na distribuição de proteína animal às classes sociais de baixa renda (MEGIDO; XAVIER, 1998).

O enfoque das pesquisas atuais tem sido a busca pela melhora na eficiência de utilização de alimentos associado ao ambiente pela concentração da produção animal, baseado no conhecimento da disponibilidade dos nutrientes provenientes dos ingredientes inseridos a uma formulação de ração dentro das exigências nutricionais.

Um dos nutrientes de maior impacto nos custos de formulação é o fósforo, ficando atrás somente da energia e proteína para aves e suínos (BORGES, 1997). Todavia, cerca de dois terços do fósforo contido nos cereais e sementes oleaginosas encontram-se na forma de fitato, capaz de se ligar a outros nutrientes tornando-os indisponíveis a aves e suínos necessitando a adição de fósforo inorgânico à dieta (DENBOW et al., 1995).

As fontes de fósforo inorgânico mais comumente encontradas são: ácido fosfórico (24% P), fosfato bicálcico (18,5% P), fosfato de rocha (9% P), fosfato de rocha defluorinado (18% P), fosfato diamônico (20-23% P), fosfato dissódico (20,5% P), fosfato monocálcico (21% P), fosfato monossódico (22,4% P), tripolifosfato de sódio (25,3% P), fosfato supertriplo (17,5% P), fosfato monoamônico (21% P) e fosfato termomagnésio (7,5% P) (LIMA et al., 1999).

O fosfato bicálcico é comumente usado como fonte suplementar de fósforo nas rações animais sendo uma mistura de fosfato monocálcico e bicálcico, ácido fosfórico, carbonato de cálcio e impurezas, dependendo da origem do material e do processo aplicado na indústria para obtenção do fosfato comercial (LIMA et al., 1995).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado utilizando-se 680 pintos de corte, de 1 dia de idade, machos, da linhagem Ross, distribuídos em baterias (10 aves/gaiola), com duração de 21 dias. Os animais foram alojados no aviário experimental do Campus de Pirassununga, nas dependências da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

Foram utilizados 8 fosfatos para alimentação animal, sendo fosfatos bicálcicos e não bicálcicos. O fosfato bicálcico quimicamente puro ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) foi utilizado como padrão (FOSFATO 1). Os demais fosfatos experimentais foram: dois bicálcicos, um produzido pela IMC (FOSFATO 2) no EUA e outro fabricado pela PCS (FOSFATO 3) também produzido nos EUA, um monobicálcico (FOSFATO 4) fabricado pela PCS nos EUA, três bicálcicos produzidos no Brasil fabricados pela PCS (FOSFATO 5), Serrana (FOSFATO 6) e Solorrigo (FOSFATO 7) e um monossódico (FOSFATO 8) também produzido no Brasil. Os níveis de garantia dos fosfatos estão expressos na tabela 1.

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8 x 2 sendo fontes de fósforo e níveis de fósforo suplementar na dieta e mais uma dieta basal perfazendo 17 tratamentos experimentais com 4 repetições, totalizando 68 unidades experimentais.

A dieta basal, a base de milho e farelo de soja, contendo fósforo bicálcico quimicamente puro (22% de PB e 0,40% de P total), foi suplementada com dois níveis de fósforo (0,08 e 0,16%) a partir dos 8 fosfatos experimentais. A dieta basal foi formulada de acordo com as exigências nutricionais do (NRC, 1994), exceto para a exigência de fósforo, dentro da categoria animal. O nível de cálcio foi mantido constante (1,0%) em todas as dietas experimentais (Tabela 2).

As características de desempenho animal avaliadas foram: ganho de peso (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar (g/kg).

Ao final do período experimental, foram sacrificadas 4 aves por gaiola para a remoção da tibia esquerda e do dedo médio direito para a determinação de cinzas ósseas. A perna direita foi retirada e congelada a -20°C para posterior remoção do dedo médio. As tíbias foram descarnadas no momento do abate retirando-se todos os tecidos moles sem causar injúrias ao osso e cartilagem. As tíbias esquerdas foram congeladas a -20°C .

Os ossos foram secos em estufa entre 100 e 103°C por 48 horas e então submetidas à extração de gordura com éter etílico por 8 horas. Após a extração, os ossos foram secos por 12 horas em estufa com temperatura entre 100 e 103°C , pesados e calcinados em forno de mufla à 600°C por 12 horas para determinação das cinzas ósseas (AOAC, 1984). Para a determinação das cinzas dos dedos, foi feita a remoção do dedo médio direito, por corte cuidadoso da cartilagem entre o segundo e terceiro tarso da porção distal (FRITZ et al., 1969), retirando-se a unha. A amostra foi constituída por 4 dedos provenientes de uma mesma unidade experimental; estes foram secos em estufa à 100°C , durante 12 horas, e em seguida calcinados em mufla à 600°C por 8 horas para a obtenção de cinzas ósseas.

Os valores de biodisponibilidade relativa do fósforo (BRP), proveniente dos fosfatos testados, foram calculados à partir de ganho de peso e miligramas de cinzas da tibia e dedos pelo método de “slope ratio” (LITTELL et al., 1995), atribuindo-se o valor de 100% de BRP ao fosfato padrão.

Os dados foram analisados de acordo com procedimentos de análise de variância descritos por Snedecor e Cochran (1967), através do programa Statistical Analysis System (SAS, 1998) e as médias comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. O quadro de análise de variância está na tabela 3. Os dados relativos ao baixo nível de fósforo (FOSFATO 1) foram utilizados unicamente para a obtenção das equações de regressão

empregadas para o cálculo de biodisponibilidade relativa de fósforo. Os resultados de desempenho e cinzas na tíbia e dedos foram submetidos à análise de regressão em função dos níveis suplementares de fósforo na dieta (SAS, 1998) para o cálculo da biodisponibilidade relativa do fósforo.

Tabela 1 – Níveis de garantia dos fosfatos experimentais: cálcio e fósforo

Fontes de fósforo	Produto	Cálcio % máximo	Fósforo % máximo
1 ¹	Padrão	28,5	19,6
2	Bicálcico (IMC EUA)	20,9	18,5
3	Bicálcico (PCS EUA)	20,5	18,8
4	Monobicálcico (PCS EUA)	17,5	21,2
5	Bicálcico (PCS BRA)	22,7	18,5
6	Bicálcico (Serrana)	24,4	18,5
7	Bicálcico (Solorríco)	25,6	18,2
8	Monossódico Padrão	0,6	20,7

⁽¹⁾ Fonte de fósforo padrão (CaHPO₄·2H₂O)

Tabela 2 - Composição da dieta basal

Ingredientes	Dieta basal %
Milho	50,98
Farelo de Soja	40,98
Óleo de Soja	4,30
Sal Comum	0,38
Fosfato Puro	0,38
Calcário Calcítico	2,10
Suplemento Vitamínico-Mineral ⁽¹⁾	0,78
Areia	0,10
Composição Calculada	100
Composição Calculada	
Energia Metabolizável, Kcal/kg	30,26
Proteína	22,93
Cálcio	1,040
Fósforo Total	0,413
Fósforo Disponível	0,188
Lisina	1,152
Metionina + Cistina	0,623
Triptonina	0,260
Treonina	0,781

⁽¹⁾ Suplemento vitamínico-mineral, fornece por kg de dieta: ferro, 40 mg; cobre, 12 mg; zinco, 120 mg; manganês, 100 mg; iodo, 2,5 mg; cobalto, 0,75 mg; vitamina A, 10000 UI; vitamina D₃, 2000 UI; vitamina E, 10 mg; vitamina K₃, 2 mg; tiamina, 1 mg; riboflavina, 5 mg; piridoxina, 2 mg; vitamina B₁₂, 15,4 mcg; ac. nicotínico, 125 mg; pantotenato de cálcio, 10 mg; ac. fólico, 0,25 mg; biotina, 0,02 mg; selênio, 0,1 mg; antioxidante, 30 mg.

Tabela 3 - Níveis de cálcio, fósforo e relação cálcio:fósforo nas dietas experimentais

	Fósforo suplementar %		
	0	0,08	0,16
Cálcio %	1,0	1,0	1,0
Fósforo total %	0,38	0,46	0,54
Fósforo disponível %	0,18	0,16	0,34
Ca:P	2,6 : 1	2,2 : 1	1,8 : 1

Tabela 4 - Quadro de análise de variância

Fontes de variação		GL
Tratamentos		15
Níveis (N)		1
Fontes(F) ⁽¹⁾		8
	C1	1
	C2	1
	C3	1
	C4	1
	C5	1
F x N		7
Resíduo		48

⁽¹⁾ C = contraste entre os fosfatos: C1 – bicálcico padrão vs restante, C2 – monobicálcico vs bicálcicos, C3 – monossódico vs bicálcicos, C4 – monobicálcico vs monossódico, C5 – bicálcicos (EUA) vs bicálcicos (BRA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores para ganho de peso médio diário (g/dia) no período de 1 a 21 dias de idade se encontram apresentados na Tabela 5. A média geral referente ao ganho de peso médio diário foi de 34,18 g/dia.

Não se observou diferença ($P>0,05$) no ganho de peso das aves, em função das diferentes fontes de fósforo testadas, independentemente dos níveis de P (Tabela 10). Pela análise dos contrastes ortogonais observou-se, entre os fosfatos estudados, uma diferença no ganho de peso ($P<0,05$) das aves alimentadas com o fosfato monobicálcico (36,15 g) em relação às aves alimentadas com o fosfato monossódico (32,83 g).

Os frangos de corte que receberam dietas suplementadas com o fosfato monobicálcico apresentaram maior ganho de peso ($P<0,05$) comparado com os animais com dieta suplementada com o fosfato Serrana (36,15 vs 32,46 g).

Acda (2000), observou melhora no ganho de peso e eficiência alimentar ao utilizar o fosfato monobicálcico na alimentação de frangos de corte quando comparada com o fosfato tricálcico.

De acordo com Anzai (1998), em relação às fontes de fósforo utilizadas, considerando os dois níveis de suplementação utilizados (0,05 e 0,10%), os valores de ganho de peso foram maiores ($P<0,05$) para os animais suplementados com fosfatos de sódio (monossódico, dissódico e tripolifosfato de sódio) em relação aos demais fosfatos testados (fosfatos de cálcio quimicamente puro e fosfatos de cálcio comerciais).

Foi observado efeito de níveis de fósforo ($P<0,01$) independentemente das fontes de fósforo testadas (Tabela 10). O maior ganho de peso foi obtido com a suplementação de 0,16% de fósforo na dieta. As aves alimentadas com 0,16% de fósforo suplementar na dieta

tiveram um aumento no ganho de peso de 3,82% em relação aos animais que consumiram dietas suplementadas com 0,08% de fósforo (Tabela 5).

Fernandes (1996), relatou ganho de peso crescente nos frangos de corte de acordo com o nível suplementar de fósforo na dieta (0,08 e 0,16%), independentemente das fontes testadas.

Anzai (1998), observou média crescente para ganho de peso ao suplementar frango de corte com 0; 0,05 e 0,10% de fósforo a partir de três diferentes grupos de fosfato (fosfatos quimicamente puro, fosfatos bicálcicos comerciais e fosfatos de sódio).

Diferentemente deste estudo, Said e Sullivan (1985) não observaram diferença no ganho de peso dos animais com o emprego da dieta contendo 0,16% de Pd.

Mabe (1997) relatou aumento no ganho de peso de poedeiras entre os diferentes níveis de fósforo (0,04; 0,08 e 0,12%), independentemente de fonte, em resposta aos incrementos dietéticos de fósforo.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre as fontes de fósforo testadas e níveis de P (Tabela 10).

Tabela 5 - Ganho de peso médio aos 21 dias de idade, (g/dia) ⁽¹⁾⁽²⁾

Fonte de P	Fósforo suplementar (%)		Média	Erro Padrão
	0,08	0,16		
g				
1	31,57	38,95	35,27 ^{ab}	1,00
2	34,40	33,68	34,04 ^{ab}	1,00
3	34,18	34,40	34,30 ^{ab}	1,00
4	34,34	37,96	36,15 ^a	1,00
5	31,26	36,54	33,90 ^{ab}	1,00
6	30,65	34,27	32,46 ^b	1,00
7	31,82	37,12	34,48 ^{ab}	1,00
8	29,88	35,78	32,83 ^b	1,00
Média	32,27 ^b	36,09 ^a	34,18	
Erro Padrão	0,50	0,50		

⁽¹⁾ Animais controle, não suplementados, apresentaram ganho de peso médio 27,98 g.

⁽²⁾ Médias de fosfatos entre níveis de fósforo ou médias de fosfatos ou médias de níveis de fósforo com letras distintas diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Os valores médios para consumo de ração (g/dia) no período de 1 a 21 dias de idade estão apresentados na Tabela 6. A média geral referente ao consumo de ração foi de 47,81 g/dia.

Não houve diferenças ($P > 0,05$) entre as fontes de fósforo testadas, independente do nível de P, mas foi detectada diferença ($P < 0,05$) entre os níveis de P (0,08 e 0,16%) independentemente das fontes de fósforo (Tabela 10).

Anzai (1998) observou consumo médio de ração menor ($P < 0,05$) para as aves alimentadas com dieta contendo fosfato monobicálcico quando comparadas com fosfato monossódico. No presente estudo, não foi observado diferença em relação ao consumo de ração comparando estes dois fosfatos.

Diferentemente do presente estudo, Rizzo (2002) relatou maior consumo de ração das aves alimentadas com dietas suplementadas de fosfato padrão quando comparada com as aves alimentadas com dietas suplementadas por outras fontes de P (fosfatos bicálcicos, fosfatos monobicálcicos e fosfato defluorinado).

Na Tabela 6 observou-se que os animais suplementados com 0,16% de fósforo, independentemente da fonte, apresentaram maior consumo de ração em relação aos animais suplementados com 0,08% de P (47,88 vs 44,24 g/dia).

Mabe (1997) verificou, entre as poedeiras, aumento no consumo de ração com o incremento de 0,04; 0,08 e 0,12% de fósforo nas dietas (82,06; 84,12 e 85,27 g/ave/dia, respectivamente). Estes resultados concordam com Hartel (1989), que observou aumento linear no consumo com dietas contendo níveis de 0,32 a 1,62% de fósforo total.

Garzillo (1996), evidencia o papel do fósforo no controle da ingestão alimentar; baixos níveis de fósforo reduzem o metabolismo basal, reduzindo o apetite.

De acordo com Kies, Van Hemert e Sauer (2001) e Waldroup et al. (2000), baixos níveis de fósforo na dieta de aves são fatores limitantes do consumo de ração pelas aves.

Tabela 6 - Consumo de ração médio aos 21 dias de idade, (g/dia) ⁽¹⁾ ⁽²⁾

Fonte de P	Fósforo suplementar (%)		Média	Erro Padrão
	0,08	0,16		
	g			
1	46,05	49,56	47,81 ^a	1,12
2	44,39	44,88	44,63 ^a	1,12
3	46,05	46,44	46,25 ^a	1,12
4	44,57	48,57	46,57 ^a	1,12
5	43,22	48,07	45,65 ^a	1,12
6	44,36	48,25	46,31 ^a	1,12
7	43,78	48,77	46,28 ^a	1,12
8	41,47	48,43	44,96 ^a	1,12
Média	44,24 ^b	47,88 ^a	46,06	
Erro Padrão	0,56	0,56		

⁽¹⁾ Animais controle, não suplementados, apresentaram consumo de ração médio (g/dia) de 40,26.

⁽²⁾ Médias de fosfatos entre níveis de fósforo ou médias de fosfatos ou médias de níveis de fósforo com letras distintas diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

São apresentados na Tabela 7 os valores para conversão alimentar (g/kg). A média geral para conversão das aves foi de 1353 g/kg de ração.

Houve diferença ($P < 0,05$) entre as diferentes fontes de fósforo no tocante à conversão alimentar. Pela análise por contrastes ortogonais, observou-se uma diferença na conversão alimentar ($P < 0,05$) dos frangos de corte alimentados com dieta contendo o fosfato monobicálcico (1289 g/kg) em relação aos animais alimentados com fosfatos bicálcicos (1358 g/kg). As aves alimentadas com fosfato monobicálcico apresentaram diferença ($P < 0,05$) em relação às alimentadas com o monossódico (1289 vs 1377 g/kg). Os animais que receberam dieta suplementada com fosfatos bicálcicos produzidos nos EUA (1329 g/kg) também tiveram diferença ($P < 0,05$) em relação aos animais suplementados com fosfatos bicálcicos fabricados no Brasil (1378 g/kg) (Tabela 10).

As aves alimentadas com dieta suplementada com o fosfato bicálcico Serrana apresentaram uma pior conversão alimentar ($P < 0,05$) (1438 g/kg) quando comparadas com as aves que receberam dietas com o fosfato bicálcico IMC (1310 g/kg) e o fosfato monobicálcico (1289 g/kg) (Tabela 7).

Diferentemente do presente estudo, Anzai (1998) relatou valores de conversão alimentar melhores para os animais alimentados com dieta suplementada com fosfato de sódio em relação ao fosfato monocálcico. Porém não observou diferença na conversão alimentar dos animais que receberam dieta suplementada com fosfato monobicálcico em relação aos animais que receberam dieta contendo fosfato bicálcico.

Houve efeito de níveis de fósforo ($P < 0,05$) independente da fonte de fósforo (Tabela 10). O melhor valor de conversão alimentar foi obtido com a adição de 0,16% de fósforo à dieta basal (Tabela 7). Observou-se um aumento de 3,5% na conversão alimentar das aves com a suplementação de 0,16% de P (1377 g/kg) em relação as aves que receberam 0,08% (1330 g/kg).

Rizzo (2002), detectou um aumento de 2,0% com o incremento dos níveis de fósforo (0,08 e 0,16%) nas dietas de frangos de corte suplementadas com fosfato bicálcico.

Tabela 7 - Conversão alimentar média aos 21 dias de idade, (g/dia) ⁽¹⁾ ⁽²⁾

Fonte de P	Fósforo suplementar (%)		Média	Erro Padrão
	0,08	0,16		
g/Kg				
1	1464	1274	1369 ^{ab}	30,3
2	1289	1332	1310 ^b	30,3
3	1349	1350	1349 ^{ab}	30,3
4	1299	1278	1289 ^b	30,3
5	1390	1315	1352 ^{ab}	30,3
6	1456	1421	1438 ^a	30,3
7	1376	1313	1345 ^{ab}	30,3
8	1392	1361	1377 ^{ab}	30,3
Média	1377 ^a	1330 ^b	1353	
Erro padrão	15,15	15,15		

⁽¹⁾ Animais controle, não suplementados, apresentaram conversão alimentar média 1369 g/kg de ração.

⁽²⁾ Médias de fosfatos entre níveis de fósforo ou médias de fosfatos ou médias de níveis de fósforo com letras distintas diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Os pesos de cinzas na tíbia das aves (mg) durante o período de 1 a 21 dias de idade são apresentados na Tabela 8 de acordo com fontes e níveis de fósforo. A média geral para peso de cinzas na tíbia foi de 2418mg.

Foi observado diferença entre as fontes de fósforo estudadas no tocante miligramas de cinzas da tíbia. Os resultados obtidos através da análise por contraste ortogonal indicaram, entre os fosfatos estudados, diferença ($P < 0,05$) em miligramas de cinzas da tíbia para as aves alimentadas com dieta contendo o fosfato monossódico em relação aos animais alimentados com os fosfatos bicálcicos (Tabela 10). Dentre os fosfatos bicálcicos testados, o fosfato bicálcico IMC, fosfato bicálcico PCS (BRA) e fosfato bicálcico Serrana apresentaram valor menor em mg de cinzas da tíbia quando comparado ao fosfato monossódico (Tabela 8).

Verificou-se que os animais alimentados com dietas contendo fosfato bicálcico padrão apresentaram ($P < 0,05$) maior peso de cinzas da tíbia (2545 mg) do que as aves alimentadas com dietas contendo fosfato bicálcico IMC, fosfato bicálcico PCS (EUA), fosfato bicálcico PCS (BRA) e fosfato bicálcico Serrana (Tabela 8).

Concordando com os resultados deste experimento, Rizzo (2202) observou, considerando a média para miligramas de cinzas da tíbia para os diferentes fosfatos (monobicálcico, bicálcico e defluorinado), mais alto valor para as aves suplementadas com o fosfato padrão (fosfato bicálcico quimicamente puro).

Anzai (1998) apresentou diferenças significativas entre níveis e fontes de fósforo para o parâmetro de cinzas na tíbia. Em relação às fontes de fósforo utilizadas, considerando os níveis de suplementação (0,05 e 0,10%), o valor de cinzas na tíbia foi ($P < 0,05$) menor para o grupo suplementado com fosfato bicálcico em relação aos grupos suplementados com fosfato puro (bicálcico quimicamente puro e monocálcico puro) e fosfato de sódio (monossódico e dissódico puro).

Houve efeito de nível de fósforo ($P < 0,01$) independentemente das fontes testadas (Tabela 10).

Foi observado um aumento de 36,0% com a adição de 0,16% de fósforo na dieta dos frangos de corte em relação a suplementação de 0,08% de P à dieta (Tabela 8).

Estes resultados demonstram uma relação linear entre estes fatores, ou seja, quanto maior a concentração de fósforo adicionado na dieta das aves, maior será o valor de mineralização óssea.

Resultados semelhantes, no tocante aos teores de cinzas ósseas, foram obtidos por vários autores, Woznak et al. (1977); Osório & Jensen (1986); Rostagno et al. (1988); Cerqueira César (1991); Lima (1994) e Fernandes (1996).

Tabela 8 – Peso médio das cinzas das Tíbias aos 21 dias de idade, mg ⁽¹⁾⁽²⁾

Fonte de P	Fósforo suplementar (%)		Média	Erro Padrão
	0,08	0,16		
mg				
1	2113	2978	2545 ^a	72,19
2	1968	2527	2248 ^c	72,19
3	2050	2776	2388 ^{bc}	88,42
4	2151	2667	2409 ^{abc}	72,19
5	1983	2504	2194 ^c	77,98
6	2005	2814	2410 ^c	72,19
7	2070	2972	2521 ^{ab}	72,19
8	2053	3063	2486 ^{ab}	77,98
Média	2049 ^b	2787 ^a	2418	
Erro padrão	36,09	39,68		

⁽¹⁾ Animais controle, não suplementados, apresentaram peso médio de cinzas 1758 mg.

⁽²⁾ Médias de fosfato entre níveis de fósforo ou médias de fosfatos ou médias de níveis de fósforo com letras distintas diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Os pesos das cinzas dos dedos médio (mg) aos 21 dias de idade estão apresentados na Tabela 9 de acordo com as fontes e níveis de fósforo. A média geral de peso de cinzas nos dedos médio foi de 88,81 mg.

Não foi observada diferença ($P > 0,05$) em miligramas de cinzas dos dedos médios em função das diferentes fontes de fósforo estudadas, independentemente dos níveis de fósforo. Os dados do contraste ortogonal indicaram uma diferença ($P < 0,05$) no peso das cinzas nos dedos médios para os animais alimentados com o fosfato monossódico (108,76 mg) em relação aos alimentados com os fosfatos bicálcicos (85,42 mg). As aves alimentadas com dietas suplementadas com o fosfato monobicálcico (87,30 mg) apresentaram diferença em

relação às aves alimentadas com rações suplementadas com o fosfato monossódico (108,76 mg) (Tabela 9).

Houve efeito de nível de fósforo ($P < 0,01$) independentemente das fontes de fósforo (Tabela 10). Com o incremento de fósforo na dieta (0,16%) foi observado um aumento de 13,2% de miligramas de cinzas dos dedos médio (Tabela 9).

Cinzas ósseas tem sido o método mais utilizado para a determinação da disponibilidade biológica de fósforo em aves (AKPE et al., 1987; WALDROUP, 1996). O método apesar de ser dispendioso em relação à necessidade de tempo e mão de obra, é um dos mais precisos para esta finalidade.

Rizzo (2002) apresentou aumento ($P < 0,05$) de 14,6% em miligramas de cinzas dos dedos médio com o incremento dos níveis de fósforo (0,08 e 0,16%) nas dietas.

Tabela 9 – Peso médio das cinzas dos dedos médios aos 21 dias de idade, mg^{(1) (2)}

Fonte de P	Fósforo suplementar (%)		Média	Erro Padrão
	0,08	0,16		
mg				
1	82,05	96,00	89,02 ^b	6,40
2	77,22	94,50	85,86 ^b	6,40
3	80,10	81,00	80,55 ^b	7,84
4	80,27	94,32	87,30 ^b	6,40
5	78,75	93,22	85,98 ^b	6,40
6	80,95	91,72	86,33 ^b	6,40
7	77,72	90,05	88,38 ^b	6,40
8	111,07	106,45	108,76 ^a	6,40
Média	83,51 ^b	94,53 ^a	88,81	
Erro padrão	3,20	3,39		

⁽¹⁾ Animais controle, não suplementados, apresentaram peso médio de cinzas 68,15 mg.

⁽²⁾ Médias de fosfato entre níveis de fósforo ou médias de fosfatos ou médias de níveis de fósforo com letras distintas diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

Tabela 10 - Análise de variância dos valores médios para ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, mg de cinzas da tíbia e mg de cinzas dos dedos médio das aves no período de 1 a 21 dias de idade, (Quadrado médio)

Fonte de variação	Graus de liberdade	Ganho de peso, g	Consumo de ração, g/dia	Conversão alimentar, g/kg	Cinzas na tíbia, mg	Cinzas no dedo, mg
Tratamento	15	28,29 **	22,45 **	14233,22 *	641075,39 **	478,05
Níveis (N)	1	243,01 **	211,65 **	34417,25 *	8267284,69 **	1797,76 *
Fontes (F) ⁽¹⁾	7	11,47 **	7,87	16161,95 *	140772,13 **	596,37
C1	1	10,81	28,12	20,89	151369,38	0,38
C2	1	29,64	1,2	35543,07 *	1629,61	16,51
C3	1	10,56	9,88	1729,92	162006,04 *	3632,03 **
C4	1	44,09 *	10,49	30890,84 *	82147,23	842,55 *
C5	1	0,81	12,58	30740,31 *	12711,84	215,84
F x N	7	15,73	10,00	9421,06	83642,65	171,20
Resíduo	48	8,07	10,08	7345,18	42895,15	320,36

* efeito significativo (P<0,05)

** efeito significativo (P<0,01)

⁽¹⁾ C = contraste entre fosfatos: C1 – bicálcico padrão vs restante, C2 – monobicálcico vs bicálcicos, C3 – monossódico vs bicálcicos, C4 - monobicálcico vs monossódico, C5 – bicálcicos (EUA) vs bicálcicos (BRA).

Biodisponibilidade de um nutriente é 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 também é definida como a proporção do nutriente que pode ser utilizada para garantir os processos fisiológicos do animal. Nenhum composto fosfatado apresenta o fósforo completamente disponível, assim, supõe-se que a biodisponibilidade varia entre as diversas fontes de fósforo e que essas diferenças podem ser medidas para comparação das fontes de fósforo no suplemento mineral (VELOSO, 1991).

As Tabelas 11, 12 e 13 apresentam as equações de regressão, coeficientes de determinação e valores calculados para biodisponibilidade relativa de fósforo (BRP) para cada um dos fosfatos testados. Os valores são calculados a partir dos dados de ganho de peso, peso de cinzas na tíbia e peso de cinzas nos dedos médio.

As BRP foram calculadas pela técnica do “slope ratio” de acordo com Littell, 1995. Os valores variam de acordo com a metodologia empregada na sua determinação, sendo apresentado um quadro comparativo na Tabela 14. Fernandes (1996), menciona que a duração do ensaio biológico também pode influenciar consideravelmente os valores estimados de disponibilidade de fósforo.

Baseado no ganho de peso médio aos 21 dias de idade, os valores de biodisponibilidade relativa de fósforo variaram entre 59,0 (fosfato 2) e 89,0% (fosfato 4). A média de disponibilidade de fósforo obtida para os fosfatos bicálcicos (72,4%) foi menor do que o valor obtido para o fosfato monobicálcico (89,0%) e para o fosfato monossódico (86,0%) testados, (Tabela 11).

Diferentemente dos resultados de biodisponibilidade do fósforo, de acordo com ganho de peso, observado neste experimento, Anzai (1998) observou maior valor para o fosfato

monossódico (111,1%) seguido dos fosfatos bicálcicos (91,3%) e fosfato monobicálcico (82,7%).

O valor obtido para o cálculo de biodisponibilidade relativa de fósforo à partir de miligramas de cinzas da tibia foi maior para o fosfato monossódico (108,0%) seguido dos fosfatos bicálcicos (79,4%) e fosfato monobicálcico (76,0%). Entre os fosfatos bicálcicos, o fosfato Solorrnico (102,0%) obteve o maior valor enquanto que o fosfato PCS BRA (64,0%) o menor, (Tabela 12).

Com base em miligramas de cinzas dos dedos médio, os valores de disponibilidade de fósforo nos fosfatos bicálcicos variaram entre 117,0% (fosfato Solorrnico) e 63,0% (fosfato PCS EUA). Em comparação com os demais fosfatos, a média do valor da biodisponibilidade de fósforo dos fosfatos bicálcicos (92,8%) foi menor do que o valor do fosfato monobicálcico (99,3%) e fosfato monossódico (123,0%), (Tabela 13).

O fosfato monossódico (105,6%) apresentou média mais elevada, independente do parâmetro utilizado para cálculo; sendo que apenas em relação ao ganho de peso (GP) seu valor não foi o mais alto entre os fosfatos testados (Tabela 14).

Huyghebaert et al. (1980) obtiveram valor de disponibilidade de fósforo com base em cinzas ósseas, para a fonte de fosfato monossódico de 96,0%. Este valor é similar ao encontrado por Anzai (1998) para a fonte de fosfato monossódico (95,3%).

O fosfato Solorrnico (fosfato 7) apresentou maior média (100,6%), independente do parâmetro utilizado, quando comparado aos demais fosfatos bicálcicos, (Tabela 14).

A média de disponibilidade relativa de fósforo para a característica ganho de peso (76,7%) foi menor quando comparada com a média das características para cinzas ósseas (90,5%) (Tabela 14).

Os valores de biodisponibilidade relativa de fósforo calculado para o fosfato monobicálcico fabricado pela PCS, EUA (fosfato 4) foi 89,0% para o parâmetro ganho de

peso e 87,6% para peso das cinzas ósseas. Estes valores são inferiores aos obtidos por Lima (1994), que calculou valores de 110,4 e 97,7%, respectivamente, com base em ganho de peso e parâmetros ósseos.

Segundo Gillis et al. (1962), fosfatos monocálcicos apresentam maior disponibilidade que os bicálcicos, seguidos pelos tricálcicos.

Os valores de biodisponibilidade relativa de fósforo para o fosfato Serrana (fosfato 6) foram de 61,0 e 90,0%, respectivamente, para ganho de peso e peso das cinzas na tíbia. Em avaliações anteriores, estes valores foram 98,4 e 97,0% (LIMA, 1994) e 84,8 e 91,8% (GARZILLO, 1996), respectivamente para ganho de peso e peso das cinzas na tíbia. Os valores de disponibilidade relativa de fósforo para o fosfato Solorríco (fosfato 7) foram de 83,0 e 102,0%, respectivamente, para ganho de peso e peso das cinzas na tíbia. Em avaliações anteriores, estes valores foram de 102,2 e 107,8% (LIMA, 1994) e 96,9 e 93,0% (GARZILLO, 1996), respectivamente para ganho de peso e peso das cinzas na tíbia.

Baseado nos valores de BRP para as fontes estudadas, nota-se que os maiores valores de biodisponibilidade relativa foram apresentados para o fosfato monossódico seguido pelos valores do fosfato bicálcico Solorríco para os parâmetros de peso de cinzas no dedo e peso de cinzas na tíbia, sendo que apenas nos valores calculados com base no ganho de peso estas fontes não apresentaram o valor mais alto. Baseado nos valores dos coeficientes de determinação (r^2) o melhor parâmetro foi o peso das cinzas nos dedos médio (mg), seguido do ganho de peso e por último o peso das cinzas da tíbia. Segundo Zhang et al. (2000b), parâmetros de desempenho animal (conversão alimentar ou ganho de peso) utilizados para o cálculo da BRP, são influenciados por fatores inerentes ao ambiente e indivíduo, como temperatura ambiental, idade das aves, pH intestinal e viscosidade da dieta, resultando em baixos valores de r^2 e baixa acurácia nas equações para o cálculo da BRP. Apesar da porcentagem de cinzas ósseas ser rotineiramente utilizada para medir a mineralização óssea, o

peso das cinzas na tíbia é o indicador mais sensível quanto a acurácia e valores de r^2 das equações para o cálculo da BRP (HALL et al. 2003). Portanto, baseado nestas informações, e utilizando o peso das cinzas nos dedos médio como parâmetro, pode-se concluir que em termos de mineralização óssea, o fosfato monossódico apresentou o maior valor de BRP, seguido do fosfato bicálcico Solorrnico e fosfato monobicálcico.

As divergências encontradas na literatura justificam-se me função dos diferentes critérios adotados, bem como das variadas condições experimentais impostas a cada ensaio.

Tabela 11 - Biodisponibilidade relativa de fósforo para fosfatos experimentais: coeficiente de determinação, equações de regressão e valores calculados com base no ganho de peso médio das aves aos 21 dias de idade

Fonte de P ⁽¹⁾	Coeficiente de determinação	Y = a + bx	Disponibilidade relativa
1	81,0	Y = 27,29117 + 0,14328x	100,0
2	55,0	Y = 28,99317 + 0,08468x	59,0
3	70,0	Y = 28,61113 + 0,11627x	81,0
4	91,0	Y = 28,59309 + 0,12796x	89,0
5	82,0	Y = 27,84033 + 0,11227x	78,0
6	49,0	Y = 27,66630 + 0,08790x	61,0
7	90,0	Y = 27,81537 + 0,11928x	83,0
8	95,0	Y = 27,69213 + 0,12247x	86,0

⁽¹⁾ Fosfatos: 1 - Padrão (CaHPO₄2H₂O), 2 - Bicálcico, IMC, EUA, 3 - Bicálcico, PCS, EUA, 4 - Monobicálcico, PCS, EUA, 5 - Bicálcico PCS, BRA, 6 - Bicálcico Serrana, 7 - Bicálcico Solorrnico, 8 - Monossódico Padrão.

Tabela 12 - Biodisponibilidade relativa de fósforo para fosfatos experimentais: coeficiente de determinação, equações de regressão e valores calculados com base em miligramas de cinzas da tíbia aos 21 dias de idade

Fonte de P ⁽¹⁾	Coeficiente de determinação	Y = a + bx	Disponibilidade relativa
1	82,0	Y = 1681,37717 + 15,53954x	100,0
2	66,0	Y = 1703,13426 + 10,66352x	69,0
3	48,0	Y = 1717,1749 + 11,17464x	72,0
4	72,0	Y = 1747,29818 + 11,77391x	76,0
5	61,0	Y = 1731,54942 + 9,93977x	64,0
6	78,0	Y = 1668,0885 + 13,96503x	90,0
7	82,0	Y = 1667,81596 + 15,89258x	102,0
8	86,0	Y = 1698,87207 + 16,70420x	108,0

⁽¹⁾ Fosfatos: 1 - Padrão (CaHPO₄2H₂O), 2 - Bicálcico, IMC, EUA, 3 - Bicálcico, PCS, EUA, 4 - Monobicálcico, PCS, EUA, 5 - Bicálcico PCS, BRA, 6 - Bicálcico Serrana, 7 - Bicálcico Solorríco, 8 - Monossódico Padrão.

Tabela 13 - Biodisponibilidade relativa de fósforo para fosfatos experimentais: coeficiente de determinação, equações de regressão e valores calculados com base no peso das cinzas dos dedos médio aos 21 dias de idade

Fonte de P ⁽¹⁾	Coeficiente de determinação	Y = a + bx	Disponibilidade relativa
1	86,0	Y = 68,72829 + 0,34451x	100,0
2	94,0	Y = 66,94894 + 0,36363x	106,0
3	81,0	Y = 69,2953 + 0,23127x	63,0
4	87,0	Y = 67,98662 + 0,34212x	99,3
5	94,0	Y = 68,24251 + 0,31170x	90,0
6	79,0	Y = 68,90151 + 0,30277x	88,0
7	71,0	Y = 66,39334 + 0,40456x	117,0
8	90,0	Y = 66,92879 + 0,42554x	123,0

⁽¹⁾ Fosfatos: 1 - Padrão (CaHPO₄2H₂O), 2 - Bicálcico, IMC, EUA, 3 - Bicálcico, PCS, EUA, 4 - Monobicálcico, PCS, EUA, 5 - Bicálcico PCS, BRA, 6 - Bicálcico Serrana, 7 - Bicálcico Solorríco, 8 - Monossódico Padrão.

Tabela 14 - Biodisponibilidade relativa de fósforo para fosfatos experimentais, valores calculados com base no ganho de peso (GP), mg de cinzas da tíbia (MCT) e mg de cinzas dos dedos médio (MCD) aos 21 dias de idade

Fontes de P ⁽¹⁾	GP	MCT	MCD	Média
1	100,0	100,0	100,0	100,0
2	59,0	69,0	106,0	78,0
3	81,0	72,0	63,0	72,0
4	89,0	76,0	99,3	88,1
5	78,0	64,0	90,0	77,3
6	61,0	90,0	88,0	79,6
7	83,0	102,0	117,0	100,6
8	86,0	108,0	123,0	105,6
Média ⁽²⁾	76,7	83,0	98,0	85,8

⁽¹⁾ Fosfatos: 1 - Padrão (CaHPO₄2H₂O), 2 - Bicálcico, IMC, EUA, 3 - Bicálcico, PCS, EUA, 4 - Monobicálcico, PCS, EUA, 5 - Bicálcico PCS, BRA, 6 - Bicálcico Serrana, 7 - Bicálcico Solorríco, 8 - Monossódico Padrão.

⁽²⁾ Média composta pelos fosfatos 2 a 8.

4 CONCLUSÕES

Todos os fosfatos estudados mostraram-se eficazes na promoção do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar; sendo que o fosfato bicálcico Serrana apresentou os piores valores no ganho de peso e conversão alimentar quando comparado aos demais fosfatos testados.

A mineralização óssea, medida como miligramas de cinzas ósseas (tíbia e dedos médio), foi mais intensa com o uso do fosfato monossódico na dieta, em comparação com o resultado obtido com a suplementação das dietas com fosfato monobicálcico e fosfatos bicálcicos.

Com relação aos níveis de fósforo suplementados na dieta, foi observado aumento em todos os parâmetros analisados (GP, CR, CA, mg cinzas tíbia e mg cinzas dedos) em resposta ao incremento do nível de fósforo (0,16%).

Os valores de biodisponibilidade relativa do fósforo, calculados com base no peso das cinzas dos dedos médio (baseado nos valores de r^2), foram superiores para o fosfato monossódico, seguido pelo fosfato monobicálcico e pelos fosfatos bicálcicos. O fosfato bicálcico Solorríco apresentou maior biodisponibilidade relativa de fósforo entre os fosfatos bicálcicos, sendo este valor maior que o apresentado pelo fosfato monobicálcico.

REFERÊNCIAS

- ACDA, S. P.; DELA-PENA, A. Biological availability of phosphorus from locally manufactured tricalcium phosphate. **Philippine-Agricultural-Scientist**, v. 82, n. 4, p. 379-385, 2000.
- AKPE, M. P.; WAIBEL, P. E.; LARNTZ, K.; METZ, A. L.; NOLL, S. L.; WALSER, M. M. Phosphorus availability bioassay using bone ash and bone densitometry as response criteria. **Poultry Science**, v. 66, p. 713-720, 1987.
- ANZAI, N. H. **Avaliação biológica da disponibilidade do fósforo para frangos de corte em fosfatos de cálcio puros e comerciais em fosfatos de sódio**. 1998. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 1998.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 14. ed. Arlington: AOAC, 1984.
- BORGES, F. M. O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Caderno Técnico da Escola de Veterinária da UFMG**, n. 20, p. 5-30, 1997.
- CERQUEIRA CÉSAR, M. **Disponibilidade biológica de fosfatos inorgânicos em frangos de corte**. São Paulo, 1991. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo.
- DENBOW, D. M.; RAVINDRAN, V.; KONERGAY, E. T.; YI, Z.; HULET, R. M. Improving phosphorus availability in soybean meal for broilers by supplemental phytase. **Poultry Science**, v. 74, p. 1831-1842, 1995.
- FERNANDES, J. I. M. **Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos de uso agrícola**. Pirassununga, 1996. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- FRITZ, T. J.; ROBERTS, T.; BOEHNE, J. W.; HOVE, E. I. Factors affecting the chicks requirement for phosphorus. **Poultry Science**, v. 70, p. 1640-1643, 1991.
- 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. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

GILLIS, M. B.; EDWARDS JR, H. M.; YOUNG, R. J. Studies on the availability of calcium orthophosphates to chicken and turkeys. **Journal of Nutrition**, v. 78, p. 155-161, 1962.

HÁRTEL, H. Evaluation of the dietary interaction of calcium and phosphorus in the high producing laying hen. **British Poultry Science**, v. 31, p. 473-494, 1989.

HUYGHEBAERT, G.; De GROOTE, G.; KEPPENS, L. The relative biological availability of phosphorus in feed phosphates for broilers. **Annales de Zootechnie**, v. 29, p. 245-263, 1980.

KIES, A. K.; VAN HEMERT, K. H. F.; SAUER, W. C. Effect of Phytase on protein and amino acid digestibility and energy utilization. **World's Poultry Science Journal**, v. 57, p. 109-126, 2001.

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

LIMA, F. R.; FERNANDES, J. I. M.; OLIVEIRA, E.; FRONZAGLIA, G. C.; KAHN, H. Laboratory evaluation of feed – grade and agricultural – grade phosphates. **Poultry Science**, v. 78, p. 1717-1728, 1999.

LIMA, F. R.; MENDONÇA JR, C. X.; ALVAREZ, J. C.; RATTI, G.; LENHARO, S. L. R.; KAHN, H.; GARZILLO, J. M. F. Chemical and physical evaluation of commercial dicalcium phosphate as sources of P in animal nutrition. **Poultry Science**, v. 74, p. 1659-1670, 1995.

LITTELL, R. C.; LEWIS, A. J.; HENRY, P. R. Statistical evaluation of bioavailability assays. In: AMMERMAN, C. B.; BAKER, D. H.; LEWIS, A. J. **Bioavailability of nutrients for animals: Amino Acids, Mineral and Vitamins**. San Diego, CA.: Academic Press, 1995. p. 5-35.

MEGIDO, J. L. T.; XAVIER, C. **Marketing & Agribusiness**. São Paulo: Atlas, 1998. p. 334.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National academy of Science, 1994. 155 p.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. 7. ed. Cary: SAS Institute, 1998. 956 p.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. 2. ed. Ames: The Iowa State University Press, 1967.

SULTAN, J. I.; AKRAM, M.; ZIA-UL-HASAN. Effect of different phosphates sources in broiler rations: Calcium and phosphorus status and bio-availability. **The Journal of Animal and Plant Sciences**, v. 11, n. 1, p. 11-14, 2001.

VELOSO, J. A. F. Perspectivas de uso dos fosfatos de rocha nacionais na alimentação animal. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1991. 50 p.

ZHANG, Z.; MARQUARDT, R. R.; GUENTER, W.; CHENG, J.; HAN, Z. Prediction of the effect of enzymes on chicks performance when added to cereal-based diets: use of a modified log-linear model. **Poultry Science**, v. 79, p. 1757-1766, 2000b.

CAPÍTULO III

1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ofereceu-se aos animais uma dieta basal suplementada com 8 diferentes fosfatos comerciais em dois diferentes níveis (0,08 e 0,16%), para avaliar através do desempenho animal, parâmetros ósseos e biodisponibilidade relativa de fósforo o tipo de fosfato que apresenta o melhor resultado de ganho de peso e mineralização óssea.

A partir do presente estudo, pode-se observar um melhor desempenho do fosfato monossódico, seguido do fosfato monobicálcico e fosfatos bicálcicos. O fosfato Serrana apresentou, entre os fosfatos bicálcicos, os piores valores para desempenho animal e parâmetros ósseos; e o fosfato bicálcico Solorríco obteve melhor valor na BRP comparado ao fosfato monobicálcico.