

**UVV - CENTRO UNIVERSITÁRIO VILA VELHA
PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E FINANCEIRO
COM O USO DA FARINHA DE CARNE E OSSOS
EM SUBSTITUIÇÃO AO FOSFATO BICÁLCICO
EM RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE**

Rafael Baldo Borsoi

VILA VELHA - ES
Novembro de 2011

UVV - CENTRO UNIVERSITÁRIO VILA VELHA

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E FINANCEIRO
COM O USO DA FARINHA DE CARNE E OSSOS
EM SUBSTITUIÇÃO AO FOSFATO BICÁLCICO
EM RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE**

Rafael Baldo Borsoi

Orientador: Prof. Dr. Douglas Haese

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência Animal do Centro Universitário Vila Velha, para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

VILA VELHA - ES

Novembro de 2011

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

B738d Borsoi, Rafael Baldo.

Desempenho zootécnico e financeiro com o uso da farinha de carne e ossos em substituição ao fosfato bicálcico em rações de frangos de corte / Rafael Baldo Borsoi. – 2011.

42 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Haese

Dissertação (mestrado em Ciência Animal) – Centro Universitário Vila Velha, 2011.

UVV - CENTRO UNIVERSITÁRIO VILA VELHA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**Desempenho zootécnico e financeiro com o uso da farinha de carne e ossos
em substituição ao fosfato bicálcico em rações de frangos de corte**

Autor: Rafael Baldo Borsoi

Orientador: Prof. Dr. Douglas Haese

**APROVADO como parte das exigências do Programa de Mestrado em Ciência
Animal para obtenção do título de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL**

Vila Velha, 04 de novembro de 2011

Banca Examinadora

PROF. DR. Douglas Haese _____

PROF. DR. João Luís Kill _____

PROF. DR. Ismail Ramalho Haddade _____

*“Quem avança confiante na direção de seus sonhos
e se empenha em viver a vida que imaginou para si
encontra um sucesso inesperado em seu dia-a-dia.”*

Henry Ford

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força, saúde e sabedoria nos momentos de dificuldade e de conquista durante todo o período do mestrado e da minha vida.

Aos meus pais, José Alonso Borsoi e Rosângela Baldo Borsoi, pela confiança depositada e apoio durante todo o curso.

Aos meus avós, Alessio Baldo e Angélica Borsoi Baldo, e a minha irmã, Andréia Baldo Borsoi, pela dedicação, confiança e apoio nos momentos difíceis da minha vida.

A minha noiva, Luana Manfioletti, pela paciência, compreensão, apoio, amizade e incentivo em todos os momentos.

Ao Professor Douglas Haese, pela orientação, paciência, atenção, apoio e amizade.

A todos os professores do mestrado em ciência animal, com especial atenção ao João Luís Kill e Alysson Saraiva, e aos funcionários da Fazenda Escola da UVV, José Antônio Barrere (Toninho) e Sebastião Paulo Costalonga (Tião), pela atenção, dedicação e amizade.

Aos meus professores do curso de zootecnia, em especial ao Rivelino Rovetta, Edney Leandro da Vitória e Andréia Tassi, pela formação, amizade e por terem influenciado positivamente na minha escolha pelo curso de mestrado.

Aos meus colegas do mestrado, que sempre estiveram dispostos a ajudar, de alguma forma, quando necessário e possível. Com especial atenção ao Dailton Piva Rosin, Alexsander Pinto da Vitória, Anderson Ribeiro Guasti e Danieli Rankel Fernandes, amigos especiais e para toda hora.

LISTA DAS TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1: Composição nutricional das farinhas de carne e ossos, classificadas de acordo com o teor de proteína bruta (na matéria natural).....	19
--	----

Capítulo 2

Tabela 1: Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.....	25
--	----

Tabela 2: Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.....	26
---	----

Tabela 3: Temperatura máxima e mínima, temperatura efetiva e umidade relativa do ar, em função da idade das aves, durante o período experimental.....	28
---	----

Tabela 4: Variáveis de desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.....	29
---	----

Tabela 5: Variáveis de desempenho de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.....	29
--	----

Tabela 6: Variáveis de desempenho de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade.....	30
---	----

Tabela 7: Custo da ração e índice de rentabilidade de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	32
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ADP = difosfato de adenosina
AMP = monofosfato de adenosina
ATP = trifosfato de adenosina
AVES = Associação dos Avicultores do Espírito Santo
Ca = cálcio
CA = conversão alimentar
CBAA = Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal
CO₂ = dióxido de carbono
CR = consumo de ração
CV = coeficiente de variação
DNA = ácido desoxirribonucléico
EM = energia metabolizável
FB = fosfato bicálcico
FCO = farinha de carne e ossos
g = grama
GP = ganho de peso
H₃PO₄ = ácido fosfórico
HCl = ácido clorídrico
IR = índice de rentabilidade
Kcal = quilocaloria
Kg = quilograma
Met + Cis = metionina + cistina
NRC = National Research Council
NS = não significativo
P = fósforo
PB = proteína bruta
pH = potencial hidrogeniônico
RNA = ácido ribonucléico
SAEG = Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas
SNK = Student Neuman Keuls
TE = temperatura efetiva
UFV = Universidade Federal de Viçosa
°C = graus Celsius
% = porcentagem
± = mais ou menos

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 O fósforo na nutrição animal.....	12
2.2 Fontes de fósforo.....	14
3 TRABALHO CIENTÍFICO.....	20
3.1 Introdução.....	22
3.2 Material e Métodos.....	23
3.3 Resultados e Discussão.....	27
3.4 Conclusão.....	33
4 REFERÊNCIAS.....	33

Borsoi, R. B. **Desempenho zootécnico e financeiro com o uso da farinha de carne e ossos em substituição ao fosfato bicálcico em rações de frangos de corte.** [Dissertação de Mestrado]. Vila Velha: Pós-Graduação em Ciência Animal, UVV – Centro Universitário Vila Velha, 2011.

RESUMO: A farinha de carne e ossos (FCO) é o principal subproduto de abatedouro utilizado na nutrição animal, sendo fonte de proteína, energia, cálcio e fósforo. Com o objetivo de avaliar o desempenho zootécnico e financeiro, com a inclusão da farinha de carne e ossos em substituição, total ou parcial, ao fosfato bicálcico (FB), como fontes de fósforo e cálcio em rações de frangos de corte de 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias de idade, foram utilizados 540 pintos machos de um dia de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições de 18 animais cada, nos períodos de 1 a 21, 22 a 42 dias de idade e no período total (1 a 42 dias de idade). As rações foram isonutritivas, com duas fontes de fósforo, a FCO e o FB. Os níveis de inclusão da FCO nas rações avaliadas tanto na primeira quanto na segunda fase ficaram assim constituídos: ração 1 – inclusão de 100% de FB, ração 2 – inclusão de 25% de FCO e 75% de FB, ração 3 – inclusão de 50% de FCO e 50% de FB, ração 4 – inclusão de 75% de FCO e 25% de FB e ração 5 – inclusão de 100% FCO. As variáveis de desempenho avaliadas foram o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Foi feita análise financeira ao final do período experimental. Não foi observada influência dos tratamentos sobre as variáveis avaliadas, independente da fase. O melhor índice de rentabilidade foi obtido com a ração com inclusão de 100% de FCO. A farinha de carne e ossos pode substituir totalmente o fosfato bicálcico em rações de frangos de corte, para as fases de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade.

Palavras-chave: cálcio, fósforo, ingredientes alternativos, minerais, subprodutos.

Borsoi, R. B. **Performance and economic viability of replacing dicalcium phosphate by meat and bone meal in diets of broilers.** [Master Dissertation]. Vila Velha: Animal Science, UVV – Centro Universitário de Vila Velha, 2011.

ABSTRACT: Meat and bone meal (MBM) is the main byproduct of slaughter used in animal nutrition as a source of protein, energy, calcium, and phosphorus. With the objective to evaluate the performance and the economic viability of replacing dicalcium phosphate (DP) totally or partially by meat and bone meal as a source of phosphorus and calcium in diets of broilers from 1 to 21, 22 to 42, and 1 to 42 days of age, 540 one-day-old male chicks were used, allotted in a completely randomized design with five treatments, six replicates with 18 animals per experimental unit for each experimental period: 1 to 21, 22 to 42, and 1 to 42 days of age. Diets had two phosphorus sources: MBM and DP. The levels of MBM added in the diets evaluated in the first and in the second phase were as follow: diet 1 - 100% DP, diet 2 - 25% MBM and 75% DP, diet 3 - 50% MBM and 50% DP, diet 4 - 75% MBM and 25% DP, and diet 5 - 100% MBM. The performance variables evaluated were feed intake, weight gain and feed conversion and a financial analysis was performed at the end of the experimental period using the profitability index. There was no influence of treatments on the variables regardless of the phase. The best profitability index was obtained with the diet containing 100% of MBM. Dicalcium phosphate can be 100% replaced by meat and bone meal in the diet without compromising the performance of broilers from 1 to 21 and 22 to 42 days of age.

Keywords: calcium, phosphorus, alternative ingredients, minerals, by-products.

1 INTRODUÇÃO

A indústria de rações depara-se com a necessidade de grandes volumes de ingredientes, havendo com frequência a escassez de ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja. Mesmo não havendo falta de milho e farelo de soja deve-se lembrar que seus preços são regulados no mercado internacional. A formulação é dependente da qualidade, bem como dos preços dos ingredientes, que pode comprimir a margem de lucro e pôr mais pressão nos custos de produção das rações. As boas fontes proteicas têm em geral altos custos e os ingredientes alternativos são dependentes da qualidade, do preço, e do resultado no desempenho dos animais.

A indústria de frangos de corte é uma das grandes responsáveis pela movimentação de rações no Brasil. A alimentação representa cerca de 70% dos custos totais da produção do frango (ZANOTTO; BRUM, 2005), e a disponibilidade de matérias-primas mais baratas é um dos fatores mais importantes no desenvolvimento da indústria avícola (CHANG, 2007).

Evidentemente que se defende a melhoria da qualidade dos co-produtos de modo a tratá-los como ingredientes e não como subprodutos, cujo comércio dispensa maiores cuidados sobre qualidade nutricional e sanitária. A indústria de produção animal e o governo deveriam estar atentos à qualidade e à importância que as farinhas de origem animal têm no cenário nacional, pois há muito a ser feito e com possibilidades de grandes melhorias no setor (BELLAVÉR, 2001).

As fontes de fósforo apresentam valor elevado, o que onera muito o custo da ração, fazendo com que o custo do fósforo seja inferior apenas ao da energia e da proteína no total da dieta (LAURENTIZ et al., 2009).

O fósforo é o segundo mineral mais exigido na nutrição de frangos de corte (LAURENTIZ et al., 2009). Participa do processo de formação e manutenção dos ossos, na formação dos ácidos nucleicos, age sobre o equilíbrio ácido-básico do sangue, atua na produção de carne (LANA, 2005), nos sistemas enzimáticos, no

metabolismo dos carboidratos, gorduras e proteínas e no metabolismo energético (AMP, ADP e ATP) (POND et al., 1995; SILVA et al., 2008).

A farinha de carne e ossos é um dos alimentos alternativos que merece estudos mais detalhados sobre sua composição química, de modo a se obter o máximo, de sucesso na utilização desta matéria-prima. É o principal subproduto de abatedouro utilizado na nutrição animal, sendo uma excelente fonte proteica (entre 35 e 60% de proteína bruta) e energética e também importante fonte de cálcio e fósforo (VIEITES, 1999).

Segundo Dale (2002), a utilização de farinhas de origem animal causa efeito aditivo quando utilizadas com proteínas de origem vegetal, principalmente em relação à aditividade observada na utilização dos aminoácidos dietéticos pelas aves. Outra alternativa muito utilizada como fonte de fósforo é o fosfato bicálcico, uma fonte inorgânica de fósforo, que além de fósforo, também fornece cálcio (ROSTAGNO et al., 2005).

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho zootécnico e financeiro, com a inclusão da farinha de carne e ossos em substituição, total ou parcial, ao fosfato bicálcico, como fontes de fósforo e cálcio em rações de frangos de corte de 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias de idade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O fósforo na nutrição animal

Dentre os minerais essenciais um que apresenta grande importância é o fósforo, tanto em relação as suas funções no organismo animal quanto em relação ao seu custo, por ser considerado um elemento que onera as rações e as misturas minerais (BARRETO, 2006).

Descoberto e isolado em 1669 por Brand na Alemanha (SHREVE; BRINK JR., 1977) o fósforo é o elemento químico cujas funções biológicas, atualmente, estão melhor estabelecidas, sendo um dos minerais mais versáteis encontrados na natureza. Ele é um elemento amplamente estudado e que faz parte de muitas funções vitais ao organismo (KARN, 2001), sendo o segundo componente mineral mais abundante no corpo, constituindo, aproximadamente, 1% do peso corporal do animal. Desse total, 80% está localizado no sistema esquelético e, junto ao cálcio, são considerados os principais elementos estruturais desse tecido. Os 20% restantes estão amplamente distribuídos nos tecidos moles do corpo do animal, principalmente nas hemácias e nos tecidos muscular e nervoso, tendo função vital em muitos processos metabólicos (WALDROUP, 1996; SIGNORETTI et al., 1999; UNDERWOOD; SUTTLE, 1999).

O fósforo atua na composição e manutenção dos ossos e dentes; é necessário para formação de tecidos musculares e formação dos ovos, no metabolismo de nutrientes como gordura, proteínas e carboidratos; está presente na composição dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), essenciais para o crescimento e diferenciação nuclear, no qual é fundamental no controle do metabolismo celular; auxilia na manutenção da pressão osmótica e no balanço ácido-básico dos fluidos através do sistema-tampão fosfato; é necessário para a formação dos fosfolipídios estruturais nas membranas celulares, tornando-se necessário para a absorção, movimentação, deposição e utilização das gorduras no organismo; é importante no metabolismo de aminoácidos e de outros minerais; está envolvido na liberação e na transferência de energia e atua como componente das moléculas de mono, di e

trifosfato de adenosina (AMP, ADP e ATP, respectivamente), formação de fosfolipídeos; participa no transporte de ácidos graxos, na absorção e deposição de gorduras, na formação de proteínas e é ativador de muitos sistemas enzimáticos (NUNES, 1998; RUNHO et al., 2001; LANA, 2005). Devido a todas as funções desempenhadas pelo fósforo no organismo ele é essencial em todas as fases de produção dos animais, principalmente na reprodução (GONZÁLEZ; SILVA, 2006).

O fósforo 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 acelerando a cicatrização de fraturas (KISSANE, 1985; HEMME et al., 2005).

O fósforo pode ser ingerido pelos animais na forma inorgânica como mono, di ou trifosfato, ou na forma orgânica como fitatos, fosfolipídeos ou fosfoproteínas, e após ação do suco gástrico no estômago, atinge o intestino delgado onde é realizada a absorção sob a forma de ortofosfato (BARCELLOS, 1998). O processo de absorção ocorre em sua maior parte na porção cranial do duodeno, tanto em ruminantes como em não ruminantes (ROSOL; CAPEN, 1997), onde o pH é suficientemente baixo para permitir a formação de fosfato solúvel (BEN-GHEDALIA et al., 1975).

Existem vários fatores que interferem na absorção do fósforo e a quantidade absorvida pelo animal depende do nível de fósforo, da proporção entre cálcio, fósforo e vitamina D na dieta, do pH intestinal, dos níveis de gorduras e de outros elementos minerais que são antagônicos à absorção e utilização do fósforo na dieta do animal, além da forma e do grau de pureza das fontes desse mineral, alternando-se assim os resultados esperados (DeLUCA, 1979; EDWARDS JR., 1982; HAYS; SWENSON, 1988).

A disponibilidade biológica do fósforo é medida pela condição desse elemento mineral em suportar algum processo fisiológico, e é definida como a proporção da quantidade de um elemento ingerido que é absorvido e utilizado pelo animal para atender seu requerimento líquido (PEELER, 1972; PARTRIDGE, 1980).

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

Com funções tão diversificadas no organismo animal, as concentrações de cálcio e fósforo no plasma, nos tecidos moles e nos ossos devem estar constantemente equilibradas, sendo controladas por refinados mecanismos endócrinos (GARZILLO, 1996). O cálcio e o fósforo devem estar presentes em quantidades adequadas em todas as fases da vida. Conforme o NRC (1994), ressalta-se a grande importância dos níveis de fósforo na dieta das aves durante as fases de crescimento e de postura.

Com a deficiência de fósforo, ocorrem quedas nos índices de desempenho, como diminuição de ganho de peso e piora na conversão alimentar, elevação do índice de mortalidade, problemas de casca ou fadiga em poedeiras. Ainda provoca depravação de apetite, reduz a resistência orgânica, os ossos tornam-se frágeis e os animais apresentam problemas de locomoção (CONRAD et al., 1985). Waldroup (1996) descreve que o principal sintoma é o raquitismo. Timm (2001) cita que além do raquitismo, em animais em crescimento, a carência de fósforo causa osteomalácia nos adultos.

2.2 Fontes de fósforo

Na crosta terrestre o fósforo está na forma de fosfato, especificamente na forma de ortofosfato. Todavia, no solo, o fósforo não ocorre na forma livre, devido à sua grande capacidade de reagir com outros elementos (CARVALHO et al., 2003). Segundo Butolo (2002), os depósitos de fósforo podem ser divididos em dois grandes grupos: os de origem magmática (rochas ígneas) e os de origem sedimentar (rochas sedimentares). As rochas ígneas, devido à sua formação primária apresentam apatita elevada, isto é, com baixos teores de elementos

indesejáveis, como ferro, flúor, alumínio e metais pesados. Ao contrário, as sedimentares são formadas por intemperismo da natureza e apresentam fosfatos contaminados por flúor, metais pesados e, até mesmo, elementos radioativos.

O fósforo é considerado o terceiro nutriente mais importante em dietas para aves, depois da energia e proteína (LIMA et al., 1994). Na natureza, o fósforo aparece amplamente distribuído e é encontrado em todos os alimentos de origem vegetal. E a alimentação das aves está baseada principalmente em misturas de ingredientes vegetais, que possuem cerca de dois terços do fósforo na forma de fitato (ácido fítico). O fósforo ligado ao ácido fítico é denominado de fósforo fítico, capaz de se ligar a outros nutrientes, e esse fósforo é um composto não hidrolizado pelas enzimas digestivas dos animais não ruminantes, e portanto, não é aproveitado. Sendo assim, é necessária a adição de fósforos inorgânicos que forneçam as quantidades suficientes de fósforo disponível para o crescimento ideal e mineralização óssea adequada à dieta (DENBOW et al., 1995; FERNANDES et al., 1996; GARZILLO, 1996).

Ao escolher determinada fonte de fósforo suplementar para o uso em rações animais, alguns aspectos devem ser considerados, como: o custo, o nível e a disponibilidade de fósforo. A utilização do fósforo é medida pela sua biodisponibilidade e refere-se à proporção do elemento num composto que pode ser utilizado para garantir os processos fisiológicos do animal, e tem sido o estudo mais extensivamente realizado, quando comparado a outros elementos minerais, uma vez que é o mineral que mais onera uma formulação comercial (ROSA, 1995; VELOSO; MEDEIROS, 1999).

Segundo Fernandes et al. (1996), a variação da disponibilidade de fósforo em alimentos vegetais e em suplementos comerciais é muito grande, sendo de interesse econômico o conhecimento da disponibilidade destas fontes, o que permite formular rações mais balanceadas para os animais e menos prejudiciais ao meio ambiente, pois é considerável o impacto ambiental da excreção de grandes quantidades de fósforo não aproveitadas pelos animais (GARZILLO, 1996; KEBREAB, 2005).

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 defluorizado (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 supertríplo (17,5% P), fosfato monoamônico (21% P) e fosfato termomagnésio (7,5% P) (LIMA et al., 1999).

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

Análises químicas realizadas em diferentes fosfatos mostram que existe uma grande variedade entre as fontes. Lima et al. (1997), estudando fosfatos bicálcicos, mostraram que os valores de cálcio (16,5 a 25,7%) e de fósforo (17,4 a 21,2%) variam de acordo com a fonte avaliada.

O principal suplemento de fósforo nas rações das aves é o fosfato bicálcico. É um produto industrial resultante da neutralização do ácido sulfúrico em água, que resulta em ácido fosfórico (H_3PO_4) o qual é neutralizado com uma fonte de cálcio (Ca^{++}), podendo esta ser o calcário, a cal virgem ou a cal hidratada (CARDOSO, 1991; SERRANA NUTRIÇÃO ANIMAL, 2001).

Ao utilizar cal virgem, obtém-se um produto com 100% de fosfato bicálcico, com pH variando do neutro ao básico. Enquanto que a utilização de cal hidratada resulta em um produto com 90% de fosfato bicálcico e 10% de fosfato monocálcico, com pH próximo ao neutro. Já a utilização do calcário como base neutralizante resulta em um produto composto por 85% de fosfato bicálcico e 15% de fosfato monocálcico, com pH ácido, que ao entrar em contato com outra fonte de ácido fosfórico (H_3PO_4) ou ácido clorídrico (HCl) libera gás carbônico (CO_2), o que indica

que é um produto de alta estabilidade e com fósforo de qualidade (SERRANA NUTRIÇÃO ANIMAL, 2001).

Os produtos comercializados como fontes de fósforo para alimentação animal possuem proporções variadas de misturas de fosfatos, carbonatos de cálcio e impurezas, dependendo da origem e da qualidade das matérias-primas utilizadas e do controle no processamento industrial empregado (LIMA et al., 1995; GARZILLO, 1996; GILL, 1997).

A farinha de carne e ossos, fonte de origem animal, também é utilizada como fonte de fósforo inorgânico (CERQUEIRA CÉSAR; MENDONÇA JR., 1994; FERNANDES et al., 1999). É produzida em graxarias e frigoríficos, a partir de ossos e tecidos de animais, após a desossa completa de carcaças de animais bovinos e suínos que não são aproveitados para o consumo humano, e são levados para moagem, depois para o cozimento, prensa para extração da gordura e novamente para a moagem (VILAÇA, 2010).

A farinha de carne e ossos é formada de partículas em forma de grânulos, de cor marrom claro a marrom escuro, cujos tamanhos variam conforme a sua granulometria. Sua textura e uniformidade são bastante variadas e o odor é de carne e gordura cozidos, mas não de ranço. Partículas de ossos estão presentes nas farinhas de carne e ossos, o que não ocorre com as farinhas de carne, porém, ambas são ligeiramente gordurosas devido ao seu alto teor de gordura (BUTOLO, 2002).

Com o aumento da produção pecuária nos últimos anos, a farinha de carne e ossos tem aumentado sua produção que é absorvida, principalmente, pela avicultura, pois é um ingrediente largamente utilizado em rações para frangos de corte e de poedeiras comerciais, atuando geralmente como redutor nos custos de formulações (FARIA FILHO et al., 2002), pois além dos minerais, como o cálcio e o fósforo, ela fornece também aminoácidos, vitaminas e energia, quando bem processada (TEIXEIRA et al., 2003).

Fundamentalmente a matéria inorgânica dos ossos está formada em sua maior parte por fosfato tricálcico. O fosfato de magnésio, o carbonato e fluoreto de

cálcio, bem como por traços de cloretos e sulfatos alcalinos que complementam o teor das cinzas dos mesmos. Ossos provenientes de animais jovens são mais moles e elásticos do que aqueles oriundos de animais adultos e, em consequência, são menos ricos em substâncias minerais (ANDRIGUETO et al., 1988). O tipo de farinha de carne e ossos quanto a sua origem, suína, bovina ou mista, tem influencia na digestibilidade dos nutrientes, principalmente de aminoácidos, sendo que as farinhas mistas de bovinos e suínos apresentam menor digestibilidade do que quando separadas por espécies (CAMPESTRINI, 2005).

O nível de fósforo na matéria seca da farinha de carne e ossos deve ser superior a 3,6%, pois, quando inferior, é considerada como farinha de carne (LANA, 2005). A quantidade de restos de carne em relação à quantidade de ossos gera diversos tipos de farinha de carne e ossos, o que influencia no valor nutricional e econômico das mesmas. Sendo assim, são classificadas de acordo com o seu teor de proteína bruta (PB) (VILAÇA, 2010), variando de 35 a 60% de PB na matéria natural, de acordo com Rostagno et al. (2005). A composição nutricional das diferentes farinhas de carne e ossos pode ser observada na Tabela 1.

Para uma farinha de carne e ossos de boa qualidade, a proteína deve ter solubilidade em pepsina superior a 86%, e é indispensável que a relação cálcio:fósforo seja no máximo de 2,2:1; uma relação superior a esta indica que o produto foi adulterado (LANA, 2005). Essa adulteração pode ocorrer desde a inclusão de outras partes do animal como tecidos conjuntivos, tendão, pêlo, couro, cascos, chifres, conteúdo estomacal, sangue (CAMPESTRINI, 2005) e unhas, até fraudes como adição de calcário, para reduzir a acidez, e inclusão de raspa de couro ou uréia para elevar a proteína bruta do alimento (VILAÇA, 2010).

Sartorelli (1998) salienta ainda que os fabricantes usam proporções variáveis de ossos nas misturas durante o processo de produção, o que gera diversos tipos de farinhas de carne e ossos, que são diferentes entre si em valor nutricional e em valores econômicos na formulação de rações animais. A composição do material bruto terá significativo efeito na qualidade do produto obtido, sendo que a gordura protege a lisina no processamento da farinha de carne e ossos (CAMPESTRINI, 2005).

Tabela 1 - Composição nutricional das farinhas de carne e ossos, classificadas de acordo com o teor de proteína bruta (na matéria natural)

Nutriente	Farinhas de carne e ossos						
	35%	38%	41%	45%	51%	55%	60%
Matéria Seca (%)	92,65	93,56	92,26	92,90	93,21	93,28	94,07
Proteína Bruta (%)	35,40	37,64	41,00	44,54	51,11	54,58	60,10
PB Digestível Aves (%)	25,84	29,51	32,19	35,09	40,89	44,75	49,28
Lisina (%)	1,67	1,80	1,98	2,19	2,73	2,88	3,10
Metionina (%)	0,45	0,47	0,51	0,57	0,68	0,80	0,77
Metionina + Cistina (%)	0,70	0,72	0,80	0,99	1,16	1,36	1,36
Triptofano (%)	0,14	0,16	0,19	0,24	0,30	0,37	0,37
Treonina (%)	0,99	1,07	1,15	1,36	1,66	1,85	1,85
Arginina (%)	2,83	3,07	3,18	3,32	3,73	3,77	4,06
Glicina + Serina (%)	8,03	8,30	8,49	8,79	9,18	9,62	10,35
Valina (%)	1,35	1,44	1,47	1,86	2,21	2,43	2,66
Isoleucina (%)	0,80	0,88	0,98	1,12	1,43	1,66	1,63
Leucina (%)	1,78	1,96	2,14	2,63	3,30	3,34	3,51
Histidina (%)	0,50	0,55	0,63	0,82	1,07	1,10	1,14
Fenilalanina (%)	1,06	1,18	1,24	1,55	1,79	1,91	2,00
Fenilalanina + Tirosina (%)	1,65	1,78	1,88	2,38	2,83	3,00	3,27
Extrato não nitrogenado (%)	1,66	3,16	1,35	4,12	2,23	2,99	1,72
Gordura (%)	13,40	11,14	11,04	13,25	12,38	9,80	10,49
Gordura Digestível Aves (%)	6,37	6,46	5,96	10,07	9,41	7,84	7,19
Matéria Mineral (%)	42,19	41,63	38,87	31,00	27,48	25,91	21,76
Cálcio (%)	15,12	11,23	10,08	9,55	9,12	8,46	7,54
Fósforo (%)	7,92	7,85	6,80	4,96	4,66	4,18	3,80
Potássio (%)	0,70	0,70	0,70	0,66	0,54	0,50	0,47
Sódio (%)	0,49	0,32	0,51	0,70	0,59	0,70	0,60
Cloro (%)	0,50	-	0,60	0,63	0,59	0,57	0,55
Energia Bruta (Kcal/Kg)	3122	3209	3286	3692	3964	4017	4341
EM Aves (Kcal/Kg)	1700	1873	1937	2445	2638	2656	2791
EM Verd. Aves (Kcal/Kg)	1778	-	1995	-	2701	2710	2872

PB - Proteína bruta; EM - Energia metabolizável; Verd. - Verdadeira.

Fonte: Rostagno et al. (2005).

Segundo Campestrini (2005), o sobreaquecimento influencia na palatabilidade e qualidade. Além disso, cuidados especiais devem ser tomados para eliminar os microrganismos, o que previne a contaminação do alimento após seu processamento. De acordo com o trabalho realizado por Santos et al. (2000), a principal fonte de transporte de patógenos para as rações são as farinhas de carne e ossos contaminadas por *Salmonella* e pela presença de coliformes fecais nas rações e nos ingredientes, provenientes da falta de higiene geral na manipulação e no armazenamento de produtos.

3 TRABALHO CIENTÍFICO

Desempenho zootécnico e financeiro com o uso da farinha de carne e ossos em substituição ao fosfato bicálcico em rações de frangos de corte

RESUMO: Para avaliar o desempenho zootécnico e financeiro, com a inclusão da farinha de carne e ossos (FCO) em substituição, total ou parcial, ao fosfato bicálcico (FB), como fontes de fósforo e cálcio em rações de frangos de corte de 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias de idade, foram utilizados 540 pintos machos da marca comercial Cobb. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições e 18 aves por unidade experimental. As avaliações de desempenho foram realizadas nas fases de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade e no período total (1 a 42 dias de idade). As rações experimentais ficaram assim constituídas: ração 1 – inclusão de 100% de FB, ração 2 – inclusão de 25% de FCO e 75% de FB, ração 3 – inclusão de 50% de FCO e 50% de FB, ração 4 – inclusão de 75% de FCO e 25% de FB e ração 5 – inclusão de 100% FCO. As variáveis de desempenho avaliadas foram o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar; e também foi realizada uma análise financeira com o uso do índice de rentabilidade. Não foi observada influência dos tratamentos sobre as variáveis avaliadas, independente da fase. O melhor índice de rentabilidade foi obtido com a ração contendo 100% de FCO. A farinha de carne e ossos pode substituir totalmente o fosfato bicálcico em rações de frangos de corte, para as fases de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade.

Palavras-chave: cálcio, fósforo, ingredientes alternativos, minerais, subprodutos.

Performance and economic viability of replacing dicalcium phosphate by meat and bone meal in diets for broilers

ABSTRACT: With the objective to evaluate the performance and the economic viability of replacing dicalcium phosphate (DP) totally or partially by meat and bone meal as a source of phosphorus and calcium in diets of broilers from 1 to 21, 22 to 42, and 1 to 42 days of age, 540 one-day-old male chicks were used, allotted in a completely randomized design with five treatments, six replicates with 18 animals per experimental unit for each experimental period: 1 to 21, 22 to 42, and 1 to 42 days of age. Diets had two phosphorus sources: MBM and DP. The levels of MBM added in the diets evaluated in the first and in the second phase were as follow: diet 1 - 100% DP, diet 2 - 25% MBM and 75% DP, diet 3 - 50% MBM and 50% DP, diet 4 - 75% MBM and 25% DP, and diet 5 - 100% MBM. The performance variables evaluated were feed intake, weight gain and feed conversion and a financial analysis was performed at the end of the experimental period using the profitability index. There was no influence of treatments on the variables regardless of the phase. The best profitability index was obtained with the diet containing 100% of MBM. Dicalcium phosphate can be 100% replaced by meat and bone meal in the diet without compromising the performance of broilers from 1 to 21 and 22 to 42 days of age.

Keywords: byproducts, calcium, phosphorus, alternative ingredients, minerals.

3.1 Introdução

A indústria de frangos de corte é uma das grandes responsáveis pela produção de rações no Brasil, já que a alimentação desses animais representa cerca de 70% dos custos totais na produção (ZANOTTO; BRUM, 2005). Dentre os nutrientes o fósforo é o terceiro mais caro na ração de aves, o que onera muito seu custo, sendo inferior apenas ao da energia e ao da proteína no total da dieta (LAURENTIZ et al., 2009). Assim, a disponibilidade de matérias-primas mais baratas é um dos fatores mais importantes no desenvolvimento da indústria avícola (CHANG, 2007).

O fósforo faz parte de muitas funções vitais ao organismo (KARN, 2001), sendo essencial em todas as fases de produção dos animais (GONZÁLEZ; SILVA, 2006). Participa do processo de formação e manutenção dos ossos, na formação dos ácidos nucleicos, age sobre o equilíbrio ácido-básico no sangue (LANA, 2005), nos sistemas enzimáticos, no metabolismo dos carboidratos, gorduras e proteínas e no metabolismo energético (POND et al., 1995; SILVA et al., 2008). O fósforo constitui aproximadamente 1% do peso corporal do animal. Desse total, 80% está localizado no sistema esquelético, e é considerado um dos principais elementos estruturais desse tecido. Os 20% restantes estão amplamente distribuídos nos tecidos moles do corpo do animal, principalmente nas hemácias e nos tecidos muscular e nervoso (WALDROUP, 1996; SIGNORETTI et al., 1999; UNDERWOOD; SUTTLE, 1999).

A deficiência de fósforo causa queda nos índices de desempenho, como a diminuição de ganho de peso, a piora na conversão alimentar, a elevação no índice de mortalidade, a redução no grau de mineralização óssea, a depravação do apetite, a redução da resistência orgânica, a fragilidade óssea, além de problemas de locomoção nos animais (CONRAD et al., 1985). Timm (2001) cita que os principais sintomas de carência de fósforo são o raquitismo, em animais em crescimento, e a osteomalácia nos adultos.

A ração das aves é baseada, principalmente, em ingredientes de origem vegetal, como o milho e a soja, que possuem baixa disponibilidade de fósforo, e,

além disso, cerca de dois terços do fósforo disponível está na forma de fitato (ácido fítico), não sendo possível sua hidrólise pelas enzimas digestivas dos animais não ruminantes. Dessa forma, torna-se necessária a suplementação do fósforo por meio de ingredientes inorgânicos, como o fosfato bicálcico, ou de ingredientes de origem animal, como a farinha de carne e ossos (GARZILLO, 1996; BERTECHINI, 2006).

A farinha de carne e ossos, produzida a partir de ossos e tecidos da carcaça de animais bovinos e suínos, é fonte de aminoácidos e energia, além de fornecer cálcio e fósforo (CAMPESTRINI, 2005). O aproveitamento de produtos de origem animal pode ser um fator importante do ponto de vista econômico, tecnológico, nutricional e ambiental (PARDI et al., 1993; PRICE; SCHWEIGERT, 1994).

Devido à importância de novos estudos sobre a utilização de ingredientes alternativos para a formulação de rações com menor custo, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho zootécnico e financeiro, com a inclusão da farinha de carne e ossos em substituição, total ou parcial, ao fosfato bicálcico, como fontes de fósforo e cálcio em rações de frangos de corte de 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias de idade.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de avicultura, da Fazenda Escola do Centro Universitário Vila Velha – UVV, no município de Cariacica – ES.

Foram utilizados 540 pintos de corte machos de um dia de idade, da marca comercial Cobb, com peso médio de $48,65 \pm 0,2$ g, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições e 18 aves por unidade experimental (box), no período 1 a 42 dias de idade.

As aves foram alojadas em box de estrutura de madeira e tela de arame com malha de meia polegada, medindo 1,30 x 1,30 x 0,80 m, sendo cada box uma unidade experimental, e cada um equipado com um comedouro tubular, um

bebedouro pendular, cama de maravalha (12 cm altura) e uma lâmpada incandescente de 60 W, para aquecimento dos pintinhos até 14 dias de vida.

O manejo geral da criação, incluindo instalação, limpeza de equipamentos e manejo das cortinas, foi o comumente adotado em granjas comerciais. Durante todo o período experimental, a ração e a água foram fornecidas à vontade. O programa de iluminação adotado foi o contínuo com 24 horas de luz (luz natural mais luz artificial).

O monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar foi feito diariamente, durante o período experimental, por meio dos termômetros de máxima e mínima, e de bulbo seco e bulbo úmido, respectivamente, no interior do aviário ao nível das aves, uma vez ao dia (09h00min). A partir destes dados foi calculada a temperatura efetiva, que é a temperatura relacionada à sensação térmica ocasionada pelas características do ar circundante na superfície corporal, através da seguinte fórmula, descrita por Lima et al. (2009):

$$TE = 0,4 \times (Tbs + Tbu) + 4,8$$

Onde:

TE = temperatura efetiva (°C)
Tbs = temperatura de bulbo seco (°C);
Tbu = temperatura de bulbo úmido (°C).

As rações experimentais para as fases de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade (Tabelas 1 e 2, respectivamente) foram formuladas para atender às exigências nutricionais preconizadas por Rostagno et al. (2005), para frangos de corte machos de desempenho superior, de acordo com cada fase. Nas rações, formuladas à base de milho e farelo de soja, a farinha de carne e ossos (FCO) foi adicionada em substituição, total ou parcial, ao fosfato bicálcico (FB), ficando as rações assim constituídas: ração 1 – inclusão de 100% de FB, ração 2 – inclusão de 25% de FCO e 75% de FB, ração 3 – inclusão de 50% de FCO e 50% de FB, ração 4 – inclusão de 75% de FCO e 25% de FB e ração 5 – inclusão de 100% FCO.

Tabela 1 - Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade

Ingredientes (%)	Rações				
	FB 100%	FCO 25% FB 75%	FCO 50% FB 50%	FCO 75% FB 25%	FCO 100%
Milho 8%	53,270	53,970	54,680	55,390	54,280
Farelo de soja 45%	38,920	37,460	36,010	34,560	34,650
Farinha de carne e ossos 45%	-	1,750	3,500	5,250	7,000
Óleo soja	3,610	3,220	2,830	2,440	2,380
Calcário calcítico	0,910	0,770	0,640	0,510	0,380
Fosfato bicálcico	1,860	1,400	0,940	0,480	-
Sal comum	0,510	0,480	0,450	0,420	0,390
DL-Metionina 99%	0,280	0,280	0,280	0,280	0,290
L-Lisina-HCl 78%	0,190	0,190	0,200	0,200	0,170
L-Treonina 98%	0,060	0,060	0,060	0,060	0,050
Promotor de crescimento ¹	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Premix vitamínico mineral ²	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Composição nutricional calculada					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3020	3020	3020	3020	3020
Proteína bruta (%)	22,42	22,60	22,79	22,98	23,42
Met + cis digestível(%)	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890
Lisina digestível (%)	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
Treonina digestível (%)	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810
Triptofano digestível (%)	0,250	0,250	0,240	0,240	0,240
Isoleucina digestível (%)	0,890	0,880	0,870	0,860	0,860
Valina digestível (%)	0,940	0,940	0,940	0,940	0,960
Cálcio (%)	0,910	0,910	0,910	0,910	0,910
Fósforo disponível(%)	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460
Sódio (%)	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220

¹ Avilamicina 10%.

² Premix vitamínico e mineral inicial. Quantidade de vitaminas e minerais neste suplemento por Kg de produto: Vitamina A 1.680.000 U.I., Vitamina D3 400.000 U.I., Vitamina E 3.500 mg, Vitamina K3 360 mg, Vitamina B1 437 mg, Vitamina B2 1.200 mg, Vitamina B6 624 mg, Vitamina B12 2.400 mcg, Ácido Fólico 200 mg, Biotina 10 mg, Niacina 8.400 mg, Pantotenato de Cálcio 3.120 mg, Cobre 2.000 mg, Ferro 11.250 mg, Iodo 188 mg, Manganês 18.750 mg, Selênio 75 mg, Zinco 17.500 mg, Colina 78.102 mg, Halquinol 7.500,0 mg, Nicarbazina 27.500,0 mg, Antioxidante 25.000,0 mg.

Tabela 2 - Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade

Ingredientes (%)	Rações				
	FB 100%	FCO 25% FB 75%	FCO 50% FB 50%	FCO 75% FB 25%	FCO 100%
Milho 8%	59,070	59,680	60,290	60,910	61,500
Farelo de soja 45%	32,380	31,120	29,860	28,590	27,350
Farinha de carne e ossos 45%	-	1,520	3,030	4,560	6,080
Óleo soja	4,820	4,490	4,150	3,810	3,480
Calcário calcítico	0,850	0,730	0,610	0,500	0,380
Fosfato bicálcico	1,590	1,190	0,800	0,400	-
Sal comum	0,460	0,430	0,400	0,380	0,350
DL-Metionina 99%	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230
L-Lisina-HCl 78%	0,170	0,170	0,180	0,180	0,180
L-Treonina 98%	0,030	0,040	0,040	0,040	0,040
Promotor de crescimento ¹	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Premix vitamínico mineral ²	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Composição nutricional calculada					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3171	3171	3171	3171	3171
Proteína bruta (%)	19,86	20,03	20,19	20,35	20,52
Met + cis digestível(%)	0,780	0,780	0,780	0,780	0,780
Lisina digestível (%)	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080
Treonina digestível (%)	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
Triptofano digestível (%)	0,220	0,210	0,210	0,200	0,200
Isoleucina digestível (%)	0,780	0,770	0,760	0,750	0,740
Valina digestível (%)	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
Cálcio (%)	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810
Fósforo disponível(%)	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Sódio (%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200

¹ Avilamicina 10%.

² Premix vitamínico e mineral crescimento. Quantidade de vitaminas e minerais neste suplemento por Kg de produto: Vitamina A 1.400.000 U.I., Vitamina D3 300.000 U.I., Vitamina E 2.500 mg, Vitamina K3 300 mg, Vitamina B1 388 mg, Vitamina B2 1.000 mg, Vitamina B6 520 mg, Vitamina B12 2.000 mcg, Ácido Fólico 163 mg, Niacina 7.000 mg, Pantotenato de Cálcio 2.600 mg, Cobre 2.000 mg, Ferro 11.250 mg, Iodo 188 mg, Manganês 18.750 mg, Selênio 75 mg, Zinco 17.500 mg, Colina 71.593 mg, Halquinol 7.500,0 mg, Salinomicina 16.500,0 mg, Antioxidante 25.000,0 mg.

As rações e as sobras foram pesadas periodicamente, enquanto os animais foram pesados no início e no final de cada fase, para avaliação do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar.

Para análise financeira do efeito das rações sobre o desempenho de frangos de corte foi utilizado o índice de rentabilidade descrito por Buarque (1991), que determina a taxa de retorno sobre os lucros, determinado pela seguinte expressão:

$$IR = \left(\sum_{i=1}^n Y_i \times P - \sum_{i=1}^n CONR_i \times PR_i \right) / \sum_{i=1}^n CONR_i \times PR_i$$

Onde:

IR = índice de rentabilidade;
 Y_i = peso do animal no tratamento i;
 P = preço por kg de carne;
 CONR_i = consumo de ração no tratamento i;
 PR_i = preço do kg da ração do tratamento i.

Foram utilizados como base os preços das matérias-primas da ração e do frango vivo na granja, no mês de junho de 2011, obtidos junto à AVES - Associação dos Avicultores do Espírito Santo (2011).

Para avaliação da qualidade da FCO foram coletadas amostras do produto e enviadas para laboratório onde foram realizados os testes para a determinação da acidez e da rancificação. Foram utilizadas as metodologias descritas pelo CBAA - Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (1998).

Os resultados das variáveis de desempenho foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa estatístico SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas Versão 9.1, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa - UFV (2007), sendo as medias submetidas ao teste de "Student Neuman Keuls" (SNK) ao nível de 5% de probabilidade.

3.3 Resultados e Discussão

A temperatura máxima e mínima, a temperatura efetiva e a umidade relativa do ar, durante o período experimental, no interior do galpão, encontram-se na Tabela 3.

Considerando a zona de conforto para frangos de corte, segundo Ferreira (2005), é provável que, baseado nas diferentes zonas de conforto de 1 a 42 dias de idade, e na relação entre a temperatura e a umidade relativa do ar, ocorrida durante

o período experimental, os frangos tenham sido submetidos a estresse por frio, no período de 1 a 21 dias de idade. Já no período de 22 a 42 dias de idade as aves permaneceram dentro da faixa de conforto térmico para a espécie.

Tabela 3 - Temperatura máxima e mínima, temperatura efetiva e umidade relativa do ar, em função da idade das aves, durante o período experimental

Idade (dias)	Temperatura (°C)		TE (°C)	UR (%)
	Mínima	Máxima		
01 - 07	22,1 ±1,52	31,4 ±3,62	22,8 ±2,09	66,1 ±5,36
08 - 14	23,1 ±1,26	31,5 ±2,86	23,7 ±1,60	70,4 ±3,79
15 - 21	22,7 ±1,98	30,6 ±1,29	23,2 ±0,97	78,0 ±9,10
22 - 28	22,2 ±1,36	30,0 ±2,83	24,9 ±2,24	75,3 ±13,10
29 - 35	23,2 ±1,92	30,5 ±2,49	23,9 ±0,81	88,0 ±5,72
36 - 42	22,2 ±2,64	30,5 ±1,75	23,4 ±0,80	85,4 ±8,09
Médias	22,6 ±1,90	30,7 ±2,65	23,6 ±1,67	77,2 ±11,20

TE - Temperatura efetiva; UR - Umidade relativa do ar.

Segundo Cordeiro et al. (2010), as aves na fase inicial, em situação de estresse por frio, têm como efeito direto a redução na produtividade, aumento da mortalidade e tendem a ingerir menor quantidade de água. Apesar do índice bioclimático avaliado (TE) permanecer no período de 1 a 21 dias de idade fora da faixa ideal para frangos de corte, segundo Ferreira (2005), não houve efeito negativo sobre o desempenho, uma vez que o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar foram semelhantes ao recomendado pelo manual da linhagem (COBB, 2009).

No período de 1 a 21 dias de idade, não houve influência ($P>0,05$) dos tratamentos avaliados sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar (Tabela 4). Estes resultados são coerentes com os encontrados por Silva et al. (2000), Sartorelli et al. (2003) e Teixeira et al. (2003), que, avaliando rações iniciais para frangos de corte com e sem inclusão de FCO, também não encontraram diferenças para essas variáveis.

Tabela 4 - Variáveis de desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade

Variáveis	Rações					CV (%)	
	FB 100%	FCO 25% FB 75%	FCO 50% FB 50%	FCO 75% FB 25%	FCO 100%		
PI, g	48,7	48,6	48,6	48,8	48,6	NS	0,42
PF, g	997	995	984	978	993	NS	2,35
GP, g	948	947	936	930	944	NS	2,47
CR, g	1262	1261	1264	1260	1268	NS	2,54
CA, g/g	1,33	1,33	1,35	1,36	1,34	NS	2,32

PI - Peso inicial; PF - Peso final; GP - Ganho de peso; CR - Consumo de ração; CA - Conversão alimentar; CV - Coeficiente de variação; NS - Não significativo, pelo teste de SNK a 5%.

Em contrapartida, Nelson et al. (1989) e Faria Filho et al. (2002), avaliando rações com FB e FCO para frangos de corte na fase inicial, verificaram maior consumo de ração nas aves alimentadas com a ração contendo FB. Em um estudo mais recente, Appelt et al. (2010) relataram maior ganho de peso para aves alimentadas com uma ração contendo FB, FCO e farinha de vísceras, como fontes de fósforo, em relação à ração contendo somente FB, sem diferenças para consumo de ração e conversão alimentar.

Durante o período de 22 a 42 dias de idade, não foi observada diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar (Tabela 5). Esses resultados são coerentes com os obtidos por Junqueira et al. (1992), Sartorelli (1998) e Sartorelli et al. (2003), os quais também não verificaram diferenças no consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, ao incluírem FCO na ração para frangos de corte no mesmo período.

Tabela 5 - Variáveis de desempenho de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade

Variáveis	Rações					CV (%)	
	FB 100%	FCO 25% FB 75%	FCO 50% FB 50%	FCO 75% FB 25%	FCO 100%		
PI, g	996,9	995,4	984,4	978,4	992,9	NS	2,35
PF, g	3111	3052	3061	3026	3067	NS	2,32
GP, g	2114	2056	2076	2047	2075	NS	3,84
CR, g	3774	3672	3671	3634	3717	NS	3,04
CA, g/g	1,79	1,79	1,77	1,78	1,79	NS	2,93

PI - Peso inicial; PF - Peso final; GP - Ganho de peso; CR - Consumo de ração; CA - Conversão alimentar; CV - Coeficiente de variação; NS - Não significativo, pelo teste de SNK a 5%.

No entanto, os resultados de ganho de peso e conversão alimentar obtidos no presente estudo para a fase de 22 a 42 dias de idade não corroboram os obtidos por Faria Filho et al. (2002), no qual a ração testemunha contendo FB promoveu maior ganho de peso e melhor conversão alimentar em relação às rações com inclusão de 3 e 6% de FCO durante o período de 21 a 49 dias de idade. Os autores também verificaram que os menores valores de consumo de ração e ganho de peso foram obtidos com a inclusão de 6% de FCO na ração.

No período total de 1 a 42 dias de idade não houve efeito ($P>0,05$) dos tratamentos sobre o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar (Tabela 6). Esses resultados corroboram os de Sartorelli (1998), Silva et al. (2000) e Sartorelli et al. (2003), que não encontraram diferença no desempenho de frangos de corte, com a inclusão de FCO na ração, em relação a uma ração contendo FB. De forma similar, Appelt et al. (2010) também não encontraram diferença ao utilizar uma ração contendo FB, FCO e farinha de vísceras, como fontes de fósforo, em comparação a uma ração com FB, durante esse mesmo período.

Tabela 6 - Variáveis de desempenho de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade

Variáveis	Rações					CV (%)	
	FB 100%	FCO 25% FB 75%	FCO 50% FB 50%	FCO 75% FB 25%	FCO 100%		
PI, g	48,7	48,6	48,6	48,8	48,6	NS	0,42
PF, g	3111	3052	3061	3026	3067	NS	2,32
GP, g	3062	3003	3012	2977	3019	NS	2,36
CR, g	5009	4933	4935	4893	4999	NS	2,43
CA, g/g	1,64	1,64	1,64	1,64	1,66	NS	2,02

PI - Peso inicial; PF - Peso final; GP - Ganho de peso; CR - Consumo de ração; CA - Conversão alimentar; CV - Coeficiente de variação; NS - Não significativo, pelo teste de SNK a 5%.

Faria Filho et al. (2002) observaram que o nível máximo de inclusão de FCO, de 6%, para frangos de corte de 0 a 49 dias de idade, reduziu o consumo de ração e o ganho de peso, sem alterar significativamente conversão alimentar e o índice de eficiência produtiva, quando comparado com a ração testemunha contendo FB, que proporcionou maior ganho de peso em comparação às rações contendo FCO.

A FCO é uma excelente fonte de fósforo e cálcio, porém alguns fatores devem ser levados em consideração na sua inclusão. A divergência de resultados entre os autores, Faria filho et al. (2002) e Nelson et al. (1989), com relação ao desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo FB ou FCO, podem ser influenciados pela temperatura de processamento, contaminação por microorganismos, tempo de armazenamento, quantidade e qualidade dos nutrientes e granulometria. No presente estudo, as rações foram formuladas com aminoácidos digestíveis e o resultado do teste de acidez foi de 0,97 mg de NaOH/g e negativo para a rancificação, sendo considerados adequados para alimentação animal, de acordo com o CBAA (1998).

Brugalli et al. (1999) avaliaram rações iniciais de frangos de corte para determinar a disponibilidade média de fósforo da FCO, com granulometrias grossa, média e fina, e constataram que a cada 0,10 mm de aumento no diâmetro geométrico médio das partículas, houve redução de 9,0% na disponibilidade de fósforo. Com relação à qualidade, Parsons et al. (1997) avaliaram 14 amostras de FCO comerciais e encontraram variação substancial na qualidade da proteína entre as amostras. Da mesma forma, Wang e Parsons (1998) avaliaram duas temperaturas de processamento (baixa e alta), e encontraram grande influência da temperatura de processamento sobre a digestibilidade dos aminoácidos da FCO, em que a temperatura alta diminuiu a digestibilidade dos aminoácidos em relação à temperatura baixa de processamento.

Além de fonte de fósforo, a FCO é uma importante fonte de aminoácidos. Segundo Rostagno et al. (1995), a formulação com base nos aminoácidos digestíveis, em ração contendo ingredientes alternativos, entre eles a FCO, promove melhora no desempenho de frangos de corte em relação a rações formuladas com base em aminoácidos totais. Segundo Vieites et al. (2000), ao analisarem os coeficientes de digestibilidade verdadeira de cada aminoácido de seis diferentes FCO, constataram que a FCO pode ser utilizada como fonte proteica alternativa, para substituir a proteína dos alimentos convencionais, desde que as rações sejam formuladas com base em aminoácidos digestíveis, para que os aminoácidos limitantes desse co-produto possam ser suplementados adequadamente com aminoácidos industriais.

Suida (2000), avaliando inclusões de 5 e 10% de FCO para frangos de corte na fase inicial, com formulações baseadas em aminoácidos totais e digestíveis, relatou maior desempenho das aves alimentadas com rações baseadas em aminoácidos digestíveis, sobretudo quando se considerou 10% de inclusão de FCO.

Com relação à análise financeira (Tabela 7), a ração que teve o menor custo foi a com nível de inclusão de 100% de FCO, sendo este 3,9% menor do que a ração com o nível de inclusão de 100% de FB. Diferentemente do FB, a FCO, além de disponibilizar o fósforo e o cálcio, fornece energia e proteína (aminoácidos), o que promove redução no custo de formulação por reduzir a inclusão de farelo de soja, óleo de soja e fosfato bicálcico.

Tabela 7 - Custo da ração e índice de rentabilidade de frangos de corte aos 42 dias de idade

Rações	Custo da ração (R\$/kg)	IR
FB 100%	0,77	0,426
FCO 25% + FB 75%	0,76	0,435
FCO 50% + FB 50%	0,76	0,454
FCO 75% + FB 25%	0,75	0,467
FCO 100%	0,74	0,468

FCO - Farinha de carne e ossos; FB - Fosfato bicálcico; IR - índice de rentabilidade (R\$ de retorno/R\$ investimento em alimentação).

Observou-se um aumento de 9,86% no índice de rentabilidade para a ração com inclusão de 100% de FCO em relação à com inclusão de 100% de FB. O retorno financeiro alcançado com a ração contendo 100% de FCO foi de R\$ 0,468, para cada real investido em alimentação, contra R\$ 0,426 da ração contendo 100% de FB.

Os resultados apresentados nesse estudo indicam que a exigência de fósforo das aves foi atendida, independentemente da fonte de fósforo (FCO ou FB). Além disso, a ração com 100% de FCO reduziu o custo e melhorou o retorno financeiro.

3.4 Conclusão

O fosfato bicálcico pode ser substituído totalmente pela farinha de carne e ossos em rações de frangos de corte, para as fases de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade, sem perdas nos índices de desempenho zootécnicos e financeiro.

4 REFERÊNCIAS

ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. **Nutrição Animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1988. v. 1, 395 p.

APPELT, M. D.; NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; SILVA, W. T. M. da; VENTURI, I.; NUNES, C. G. V. Níveis de probiótico em rações de origem animal e vegetal para frangos de corte. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 39, n. 4, p. 765-771, 2010.

AVES - ASSOCIAÇÃO DOS AVICULTORES DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Jornal do Agronegócio**. 2011. Online. Disponível em: <http://www.associacoes.org.br/upload/ja_mercado_110630.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2011.

BARCELLOS, J. O. J. O papel de fósforo na nutrição de bovinos de corte. In: DIAZ GONZALEZ, F. H.; OSPINA, H.; BARCELLOS, J. O. J. (Ed). **Nutrição mineral em ruminantes**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1998. p. 23-72.

BARRETO, J. C. **Avaliação de diferentes fontes de fósforo na nutrição de ruminantes**. 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá, 2006.

BELLAVER, C. Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações. In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal. **Anais...** Campinas-SP, p. 167-190, 2001.

BEN-GHEDALIA, D.; TAGARI H.; ZAMWEL S.; BONDI, A. Solubility and net exchange of calcium, magnesium and phosphorus in digesta flowing along the gut of the sheep. **Br. J. Nutr.**, v. 33, p. 87-94, 1975.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 303 p.

BRUGALLI, I.; SILVA, D. J.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A. Exigência de fósforo disponível e efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo da farinha de carne e ossos para pintos de corte. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 28, n. 6, p. 1288-1296, 1999.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática**. 8. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266 p.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal - CBNA, 2002. 430 p.

CAMPESTRINI, E. Farinha de carne e ossos. **Rev. Eletr. Nutrit.**, v. 2, n. 4, p. 221-234, 2005. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/024V2N4P221_234_JUL2005.pdf> Acesso em: 29 out. 2010.

CARDOSO, J. L. A. Produção, processamento e perspectivas do fosfato na alimentação animal. In: VI Mini Simpósio do colégio brasileiro de nutrição animal. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal - CBNA, p. 35-52, 1991.

CARVALHO, F. A. N.; BARBOSA, F. A.; McDOWELL, L. R. **Nutrição de bovinos a pasto**. 1. ed. Belo Horizonte: Papelform, 2003. 428 p.

CBA - COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: Sincirações/ANFAL. Campinas CBNA/SDR/MA. 1998. 371 p.

CERQUEIRA CÉSAR, M.; MENDEONÇA, JR., C. X. Disponibilidade biológica de fosfatos inorgânicos em frangos de corte. **Arq. Biol. Tec.**, v. 37, p. 191-202, 1994.

CHANG, H. S. Overview of the world broiler industry: Implications for the Philippines. **Asian Journal of Agriculture and Development**, v. 4, n. 2, p. 67-82, 2007.

COBB - Vantress Brasil. **Cobb 500 broiler performance and nutrition supplement** (Português), 2009. Disponível em: <http://www.cobbvantress.com/contactus/brochures/Cobb500_BPN_PORT.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2011.

CONRAD, J. H.; McDOWELL, L. R.; ELLIS, G. L.; LOOSLI, J. K. **Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais**. Campo Grande: Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte - CNPGC-Embrapa, 1985. 90 p.

CORDEIRO, M. B.; TINÔCO, I. de F. F.; SILVA, J. N da; VIGODERIS, R. B.; PINTO, F. de A. de C.; CECON, P. R. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 39, n. 1, p. 217-224, 2010.

DALE, N. La Harina de Carne y Hueso: Segura y Eficiente. Industria Avícola. Ed. **Latino Americana de Poultry International**. v. 49, n. 4, p. 18, 2002.

DeLUCA, H. F. The vitamin D system in the regulation of calcium and phosphorus metabolism. **Nutr. Rev.**, v. 37, n. 6, p. 161-193, 1979.

DENBOW, D. M.; RAVINDRAN, V.; KONERGAY, E. T.; YI, Z.; HULET, R. M. Improving phosphorus availability in soybean meal for broilers by supplemental phytase. **Poult. Sci.**, v. 74, p. 1831-1842, 1995.

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

FARIA FILHO D. E.; FARIA D. E.; JUNQUEIRA O. M.; RIZZO, M. F.; ARAÚJO, L. F.; ARAÚJO, C. S. S. Avaliação da farinha de carne e ossos na alimentação de frangos de corte. **Rev. Bras. Ciênc. Avic.**, v. 4, n. 1, p. 001-009, 2002.

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. **Poult.Sci.**, v. 75, p. 43, 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. **Poult. Sci.**, v. 78, p. 1729-1736, 1999.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda fácil, 2005. 371 p.

GARZILLO, J. M. F. **Parâmetros biológicos usados na avaliação da biodisponibilidade do fósforo para frangos de corte em fosfatos de rocha**. 1996. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 1996.

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

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. 357 p.

HAYS, V. W.; SWENSON, M. J. Minerais. In: DUKES, H. H.; SWENSON, M. J.; REECE, W.O. (Ed). **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. p. 397-411.

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. **J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.**, v. 89, p. 129-133, 2005.

JUNQUEIRA, O. M.; KNOOP, R.; SAKOMURA, N. K.; FARIA, D. E. Farinha de carne e ossos e fosfato bicálcico como fonte de fósforo para frangos de corte. **Cienc. Zootec**, v. 7, p. 12-141, 1992.

KARN, J. F. Phosphorus nutrition of grazing cattle: a review, **Anim. Feed Sci. Tech.**, v. 89, p. 133-153, 2001.

KEBREAB, E. Potencial cost and environment impact of feeding high oil corn to poultry in Brasil. **J. Appl. Poult. Res.**, v. 14, n. 3, p. 463-475, 2005.

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

LANA, R. de P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**. Viçosa: Editora UFV, 2005. 344 p.

LAURENTIZ, A. C. de; JUNQUEIRA, O. M.; FILARD, R. S.; DUARTE, K. F.; ASSUENA V.; SGAVIOLI, S. Desempenho, composição da cama, das tíbias, do fígado e das excretas de frangos de corte alimentados com rações contendo fitase e baixos níveis de fósforo. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 38, n. 10, p. 1938-1947, 2009.

LIMA, F. R.; FERNANDES, J. I. M.; OLIVEIRA, E.; FRONZAGLIA, G. C.; KAHN, H. Laboratory evaluations of feed-grade na agricultural-grade phosphates. **Poult. Sci.**, v. 78, p. 1717-1728, 1999.

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. **Poult. Sci.**, v. 74, p. 1659-1670, 1995.

LIMA, F. R.; MENDONÇA JR., C. X.; ALVAREZ, J. C. Evaluation of established dicalcium phosphate for broiler chicks. **Poult. Sci.**, v. 73, p. 116, 1994.

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

LIMA, K. R. de S.; ALVES, J. A. K.; ARAÚJO, C. V.; MANNO, M. C.; JESUS, M. L. C. de; FERNANDES, D. L.; TAVARES, F. Avaliação do ambiente térmico interno em

galpões de frango de corte com diferentes materiais de cobertura na mesorregião metropolitana de Belém. **Rev. Ciênc. Agrár.**, n. 51, p. 37-50, 2009.

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

NELSON, T. S.; KIRB, L. K.; HALLEY, J. T. Chemical composition and nutritive value of by-product feed ingredients. **Nutr. Rep. Int.**, v. 40, p. 377-382, 1989.

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

NUNES, I. J. **Nutrição animal básica**. 2. ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 1998. 388 p.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F. dos; SOUZA, E. R. de; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia de carne**. Goiânia: EDUFF, 1993. 1110 p.

PARSONS C. M.; CASTANON F.; HAN Y. Protein and amino acid quality of meat and bone meal. **Poult. Sci.**, v. 76, p. 361-368, 1997.

PARTRIDGE, I. G. Mineral nutrition of the pig. **Proc. Nutr. Soc.**, v. 39, n. 2, p. 185-192, 1980.

PEELER, H. T. Biological availability of nutrients in feeds: availability of major mineral ions. **J. Anim. Sci.**, v. 35, n. 3, p. 695-712, 1972.

POND, W. G.; CHURCH, D. C.; POND, K. R. **Basic animal nutrition and feeding**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. 624 p.

PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciência de la carne y de los productos carnicos**. Zaragoza: Acribia, 1994. 581 p.

ROSA, I. V. **Fontes de fósforo e sua utilização na suplementação de bovinos.** In: Jornada internacional de actualización técnica. Paraná - Uruguay, INTA-Mercedes/PUCUruguaiana, 1995.

ROSOL, C.; CAPEN, C. Calcium-regulating hormones and diseases of abnormal mineral (calcium, phosphorus, magnesium) metabolism. In: Kaneko, J.J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Ed). **Clinical Biochemistry of Domestic Animals.** 5. ed. New York: Academic Press, 1997. 932 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. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: Tabelas Brasileiras.** Viçosa: UFV, 2005. 186 p.

ROSTAGNO, H. S.; PUPA, J. M. R.; PACK, M. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids. **J. Appl. Poul. Res.**, v. 4, p. 293-299, 1995.

RUNHO, R. C.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S. Exigências de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, n. 1, p. 187-196, 2001.

SANTOS, E. J; CARVALHO, E. P; SANCHES, R. L.; BARRIOS, B. E. B. Qualidade microbiológica de farinhas de carne e ossos produzidas no estado de Minas Gerais para produção de ração animal. **Ciênc. Agrotec.**, v. 24, n. 2, p. 425-433, 2000.

SARTORELLI, S. A. A. **Uso de farinha de carne e ossos em rações de frangos de corte.** 1998. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, 1998.

SARTORELLI, S. A.; BERTECHINI A. G.; FASSANI E. J.; KATO R. K.; FIALHO E. T. Nutritional and microbiological evaluation of meat and bone meal produced in the state of Minas Gerais. **Braz. J. Poult. Sci.**, v. 5, n. 1, p. 51-60, jan-apr, 2003.

SERRANA NUTRIÇÃO ANIMAL. **O fosfato bicálcico e suas características.** Boletim Técnico, n. 38, set., 2001. Online. Disponível em: <<http://www.serrana.com.br/nutricaoanimal/boletimtecnicointegra.asp?Tido=38>>. Acesso em: 2 nov. 2010.

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

SIGNORETTI, R. D.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; ARAÚJO, G. G. L.; CECON, P. R.; QUEIROZ, A. C. Composição corporal e exigências líquidas e dietéticas de microelementos inorgânicos (Ca, P, Mg, K e Na) de bezerros da raça Holandesa alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 28, n. 1, p. 205-213, 1999.

SILVA, E. N.; TEIXEIRA, A. S.; BERTECHINI, A. G.; FERREIRA, C. L. de L. F.; VENTURA, B. G. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo probióticos, antibióticos e duas fontes de fósforo. **Ciênc. Agrotec.**, v. 24, (Edição Especial), p. 225-232, dez., 2000.

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; ZANGERONIMO, M. G.; FIALHO, E. T. Níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte, na fase de 14 a 21 dias de idade. 2. Valores energéticos e digestibilidade de nutrientes. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 37, n. 3, p. 469-477, 2008.

SUIDA D. Papel da nutrição protéica para frangos de corte. **Avic. Ind.**, v. 91, p. 30-36, 2000.

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. **Poult. Sci.**, v. 71, p. 2065-2074, 1992.

TEIXEIRA, A. S.; CAVALCANTI, J. S.; OST, P. R.; SCHOULTEN, N. A. Probióticos em rações para frangos de corte utilizando farinha de carne e ossos com diferentes níveis de contaminação bacteriana. **Ciênc. Agrotec.** v. 27, n. 4, p. 927-933, 2003.

TIMM, C. D. Deficiência de fósforo. In: **Doenças de ruminantes e eqüinos**. 2. ed. São Paulo: Varela, v. 2, cap. 4., 2001. p. 321-328.

UNDERWOOD E. J.; SUTTLE N. F. **The Mineral Nutrition of Livestock**. 3. ed. Wallingford: CABI Publication, 1999. 614 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG: Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007.

VELOSO, J. A. F.; MEDEIROS, S. L. S. Avaliação nutricional do fósforo disponível de quatro fontes de fósforo para suínos em fase de terminação. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 51, n. 5, p. 471-476, 1999.

VIEITES, F. M. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de farinhas de carne e ossos para aves**. 1999. 75 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, 1999.

VIEITES, F. M.; ALBINO, L. F. T.; SOARES, P. R. Valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros da farinha de carne e ossos para aves. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 6, p. 2300-2307, 2000.

VILAÇA, D. M. Avaliação da qualidade da farinha de carne e ossos produzida em Patos de Minas oriundas de matérias primas diferentes. **Rev. Grax. Bras.**, 3a, 14 ed., mar-abr, p. 62-63, 2010. Online. Disponível em: <[http://editorastilo.com.br/portal/pdf/revistas/graxaria/ed%20\(14\)%20abril%202010.pdf](http://editorastilo.com.br/portal/pdf/revistas/graxaria/ed%20(14)%20abril%202010.pdf)>. Acesso em: 4 nov. 2010.

WALDROUP, P. W. Bioassays remain necessary to estimate phosphorus, calcium bioavailability. **Feedstuffs**, v. 68, p. 13-20, 1996.

WANG X.; PARSONS C. M. Effect of raw material source, processing systems, and processing temperatures on amino acid digestibility of meat and bone meals. **Poult. Sci.**, v. 77, p. 834-841, 1998.

ZANOTTO, D. L.; BRUM, P. A. R. D. **Adequando a Moagem do Milho as Rações.** Concórdia: Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves - CNPSA-Embrapa, 2005. Online. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/?ids=Sq4r54z6x&ano=2005>>. Acesso em: 18 mar. 2010.