

TARCISO TIZZIANI

**NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES SUPLEMENTADAS COM  
FITASE PARA FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS MANTIDOS EM  
AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA**

Dissertação apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de Pós  
Graduação em Zootecnia, para obtenção  
do título de Magister Scientiae

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

Tizziani, Tarciso, 1989-  
T625n Níveis de fósforo disponível em rações suplementadas com  
2014 fitase para frangos de corte dos 22 aos 42 dias mantidos em  
ambientes de alta temperatura / Tarciso Tizziani. – Viçosa, MG,  
2014.  
xi, 68f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Rita Flávia Miranda de Oliveira.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Frango de corte - Alimentação e rações. 2. Ambiente  
térmico. 3. Fósforo disponível. 4. Fitase. I. Universidade Federal  
de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de  
Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.513

TARCISO TIZZIANI

**NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES SUPLEMENTADAS COM  
FITASE PARA FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS MANTIDOS EM  
AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de Magister Scientiae

APROVADO EM: 05 de março de 2014

---

Juarez Lopes Donzele  
(Coorientador)

---

Gladstone Brumano

---

Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele  
(Orientadora)

À Deus, amor  
Aos meus pais, vida  
Aos meus irmãos, inspiração  
Aos amigos, apoio  
Aos ausentes, reminiscências

**Dedico**

Têm coisas que tem seu valor  
Avaliado em quilates, em cifras e fins  
Em cifras e fins...  
E outras não têm o apreço  
Nem pagam o preço que valem pra mim

Tenho uma velha saudade  
Que levo comigo por ser companheira  
Por se companheira...  
E que aos olhos dos outros  
Parecem desgostos por ser tão caseira

Não deixo as coisas que eu gosto  
Perdidas aos olhos de quem procurar  
Mas olho o mundo na volta  
Achando outra coisa que eu possa gostar  
Tenho amigos que o tempo  
Por ser indelével, jamais separou  
E ao mesmo tempo revejo  
As marcas de ausência que ele me deixou...

Carrego nas costas meu mundo  
E junto umas coisas que me fazem bem  
Que me fazem bem...  
Fazendo da minha janela  
Imenso horizonte, como me convém

Das vozes dos outros eu levo a palavra  
Dos sonhos dos outros eu tiro a razão  
Eu tiro a razão...  
Dos olhos dos outros eu vejo os meus erros  
Das tantas saudades eu guardo a paixão

Sempre que eu quero, revejo meus dias  
E as coisas que eu posso, eu mudo ou arrumo  
Mas deixo bem quietas as boas lembranças  
Vidinha que é minha, só pra o meu consumo...

**Pra o Meu Consumo - Gujo Teixeira/Luiz Marengo**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que em sua benevolência conduz meu rumo na tropeada da vida.

Aos meus pais, Miguel Tizziani e Tânia Mara Tizziani, formadores de meu carácter, pelo exemplo, educação, esforço, dedicação, apoio, carinho e amor. Amo vocês!

Aos meus irmãos, Felipe Tizziani e Isaura Maria Tizziani, por serem minha grande inspiração, meu alicerce e exemplares irmãos. Amo vocês!

A minha vó Lela, pela alegria única, e pelas lágrimas derramadas a cada partida.

A todos os familiares que me apoiaram e incentivaram a buscar o novo.

A FAPEMIG pelo apoio, através da concessão da bolsa de estudos, e pelo financiamento do projeto.

Ao Laboratório RODES, pela colaboração nas análises laboratoriais.

A Universidade Federal de Viçosa por abrir espaço e proporcionar auxílio durante minha passagem.

A Prof.<sup>a</sup> Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele, por acreditar em meu trabalho, me acolher durante o mestrado e pelo exemplo de profissionalismo.

Ao Prof. Juarez Donzele, pelo apoio, conhecimento transmitido e pelo auxílio profissional de suma importância.

Ao Prof. Luiz Albino, pelo apoio desprendido.

Ao Gladstone Brumano pela disponibilidade e interesse em participar da banca, bem como pelas sugestões e conhecimento repassados.

A UDESC, em especial aos professores da Zootecnia de Chapecó, que participaram da minha formação.

Aos Amigos Rodrigo, Paulo, Cristiano, Rafael, gurizada que, por toda amizade e companheirismo compartilhado, sem dúvidas foram e serão eternos irmãos.

Ao paysano Doglas, que hoje reside ao lado do patrão velho, pela oportunidade de conviver e conhecer tal personalidade. Fique com Deus meu amigo!

A Josi, pela grande amizade, apoio e carinho, e por se tratar de uma pessoa exemplo de dedicação, e a Yo, pelas conversas, amizade e alegria transmitida sempre.

Aos amigos da Zootecnia-UDESC, Walmir, Emerson, Ica, Leonel, Susse, Ana, Kátia, Joana e da mansão Rio dos Índios Marcelo, Marciano, Diou, Elvis.

Aos meus grandes amigos/irmãos de Viçosa, Luiz e Alex, quais tive o privilégio de conhecer e compartilhar momentos inesquecíveis, por todo apoio e compreensão.

Aos irmãos de orientação, e antes de tudo amigos, Amanda, Cândida, Érika, Jorge, Marcus e Jéssica, pela colaboração, amizade e momentos divertidos compartilhados durante a execução deste trabalho.

Ao Eric, pela colaboração, amizade e conhecimento repassado e pelo apoio incondicional durante toda minha passagem por Viçosa.

Aos bolsistas e estagiários, Rodrigo, Carlos, Douglas, Léo, Livia e Alexandre, pela amizade e colaboração nas atividades.

Aos co-irmãos Aline, Evandro, Diego e Mateus, pelo apoio.

Aos amigos Leandro, João, Willian, Macaé, Schu, Erick, Dida, Cesinha, Vitinho, Jammson, Leandro e as amigas Cinthia, Rosana e Gabriela, pelos bons momentos compartilhados.

Ao setor de Avicultura, em especial aos funcionários Elísio, Zé Lino, Adriano e Mauro, e aos funcionários da suinocultura.

Ao estado de Minas Gerais, em especial Viçosa, pela acolhida.

À Zootecnia, por ter despertado em mim o amor pela profissão, e por ser uma atividade apaixonante.

Ao meu Rio Grande do Sul amado, querência que levo comigo, que moldou culturalmente com os mais belos costumes minha estampa. Gracias meus Deus pelo regalo de nascer e ser gaúcho!

A todos aqueles que algum dia acreditaram e me deram forças para que pudesse completar mais esta etapa.

## **BIOGRAFIA**

TARCISO TIZZIANI, filho de Miguel Tizziani e Tânia Mara Tizziani, nascido em 14 de maio de 1989, natural de Nonoai, Rio Grande do Sul.

Iniciou curso de graduação em Zootecnia pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Chapecó-SC em março de 2007, vindo a concluir o mesmo em dezembro de 2011.

Em março de 2012 ingressou no mestrado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, tendo como área de concentração Bioclimatologia Animal e Nutrição de Monogástricos, submetendo-se a defesa da dissertação em 05 de março de 2014.



## ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Exigência de fósforo para frangos.....	3
2.2 Fitato e implicações .....	4
2.3 Uso da Fitase exógena.....	5
2.4 Ambiente térmico.....	7
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	9

## CAPÍTULO I

### **FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES SUPLEMENTADAS COM FITASE VARIANDO A RELAÇÃO Ca:Pd PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE MANTIDOS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA**

Introdução .....	16
Material e métodos.....	18
Resultados e Discussão.....	23
Conclusão.....	32
Literatura Citada .....	34

## CAPÍTULO II

### **FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES SUPLEMENTADAS COM FITASE MANTENDO A RELAÇÃO Ca:Pd FIXA PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE MANTIDOS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA**

Introdução .....	44
Material e métodos.....	46
Resultados e discussão.....	51
Conclusão.....	61
Literatura citada .....	62

## RESUMO

TIZZIANI, Tarciso, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Níveis de fósforo disponível em rações suplementadas com fitase para frangos de corte dos 22 aos 42 dias mantidos em ambiente de alta temperatura.** Orientadora: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele. Coorientadores: Juarez Lopes Donzele e Luiz Fernando Teixeira Albino.

Foram conduzidos dois experimentos para avaliar o efeito da redução de fósforo disponível (Pd) em rações suplementadas com fitase exógena sobre o desempenho, características de carcaça e parâmetros ósseos de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura. Em cada experimento foram utilizados 336 frangos de corte machos da linhagem Cobb, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, sendo um controle positivo (0,354 e 0,309% de fósforo disponível sem adição de fitase exógena para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias respectivamente), e mais cinco rações com inclusão de fitase exógena Quantun Blue<sup>®</sup> (500 FTU/kg) e redução do nível de fósforo disponível (0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% e 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106% para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias respectivamente). As dietas foram isonutritivas, exceto para Pd (relação Ca:Pd variando) no experimento 1 e Pd e Ca (relação Ca:Pd fixa em 2.1:1) no experimento 2. Em ambos os experimentos foram avaliados o desempenho, características de carcaça e parâmetros ósseos dos frangos de corte. Durante todo o experimento as aves receberam ração e água à vontade. Ao final do período experimental duas aves por repetição, com peso mais próximo da média foram abatidas, evisceradas e pesadas para determinação do peso absoluto e relativo da carcaça e cortes nobres. Outras duas aves de cada repetição foram abatidas para retirada das tíbias e determinação da deposição de cinzas, cálcio e fósforo no osso. No experimento 1, não observou-se efeito das rações sobre o consumo de ração, ganho de peso e na conversão alimentar e nas características de carcaça dos frangos. Houve aumento na deposição de cálcio e na relação Ca:P depositada no osso dos animais dos tratamentos de níveis 0,233; 0,173; 0,112% e 0,207; 0,156; 0,106%, dos 22 aos 33 e 34 aos 42, respectivamente, quando comparados ao controle positivo pelo teste Dunnet. No experimento 2, não observou-se efeito dos tratamentos no consumo de ração, na ganho de peso, na conversão alimentar, no peso relativo e absoluto da carcaça e dos cortes nobres dos frangos. Para as características

ósseas, quando comparado ao tratamento controle, os animais do tratamento com menor nível de Pd (0,112 e 0,106%, dos 22 a 33 e dos 34 a 42 dias, respectivamente) apresentaram menor deposição de cinzas e cálcio na tíbia, e menor relação Ca:P no osso. No experimento 1, conclui-se assim que rações suplementadas com fitase e níveis reduzidos de Pd não interferem no desempenho e características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias, criados em ambiente de alta temperatura, entretanto aumenta a deposição de Ca e a relação Ca:P no osso. No experimento 2, conclui-se que as rações suplementadas com fitase e níveis reduzidos de Pd e Ca não interferem no desempenho e características de carcaça, contudo, diminui a mineralização óssea, deposição de cálcio e relação Ca:P dos ossos, em de frangos de corte dos 22 aos 42 dias criados em ambiente de alta temperatura.

## ABSTRACT

TIZZIANI, Tarciso, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa; march, 2014. **Available phosphorus levels in diets supplemented with phytase for broilers from 22 to 42 days under high temperature.** Adviser: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele. Co-advisers: Juarez Lopes Donzele and Luiz Fernando Teixeira Albino.

Two experiments were conducted to evaluate the effect of available phosphorus (aP) levels in diets supplemented with or without phytase on performance, carcass characteristics and bone parameters in broilers from 22 to 42 days, maintained in high temperature, using two methodologies. In each experiment, 336 male chicks were distributed in a completely randomized design with six treatments, being a positive control (0,354 e 0,309% of aP without phytase from 22 to 33 and 34 to 42 days, respectively), and more five rations with phytase comercial Quantum Blue<sup>®</sup> (500 FTU) and aP reduction (0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% e 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106 from 22 to 33 and 34 to 42 days, respectively). The diets were isonutritives, except for aP (Ca:aP ranging) in the experiment 1 and aP and Ca (Ca:aP fixed in 2.1:1). In both experiments were evaluated the performance, carcass characteristics and bone parameters. The birds received the experimental diets and water ad libitum throughout the experiment. At the end of the experimental period, two birds per replicate, with closest average weight were slaughtered, eviscerated and weighed to determine the absolute and relative weight of carcass and prime cuts. Other two birds per replicate were slaughtered to tibiae removed and the determination of the deposition of ash, calcium and phosphorus in the bone. In experiment 1, there was no effect of diets on feed intake (FI), weight gain (WG) and feed conversion (FC) and carcass characteristics. An increase in the deposition of calcium and Ca:P ratio deposited in bone of animals in groups 0,233; 0,173; 0,112% and 0,207; 0,156; 0,106%, from 22 to 33 and 34 to 42, respectively, compared to group control by Dunnet test. In experiment 2, there was no effect of diets on FI, WG, FC, absolute and relative weight of the carcass and prime cuts. For bone characteristics when compared to the control treatment, corresponding to the animal group fed the lowest level of aP showed lower ash and calcium deposition in bone, and the animals of groups that were fed with 0,173; 0,112% and 0,156; 0,106%, from 22 to 33 and 34 to 42 days had lower Ca:P ratio in

bone. In experiment 1, we conclude that diets supplemented with phytase and low levels of aP does not affects with the performance and carcass characteristics of broilers from 22 to 42 days old in high temperature environment, however increases the deposition of Ca and the relationship Ca:P in bone. In experiment 2, diets supplemented with phytase and low levels of Pd and Ca does not interferes with the performance and carcass characteristics, however, decreases bone mineralization, calcium deposition and Ca:P ratio of bones in broilers from 22 to 42 days at room created high temperature.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Os programas atuais de melhoramento genético para frangos de corte, embora tenham gerado linhagens altamente produtivas que contribuíram de forma decisiva para um crescimento da avicultura nacional, produziram animais mais exigentes em nutrição, ambiência e sanidade.

Nesse sentido faz-se necessário o estudo contínuo das exigências nutricionais, visando um fornecimento adequado de nutrientes nas diferentes faixas etárias dos animais. Dentre os nutrientes empregados na nutrição de frangos de corte, o fósforo é considerado um dos mais importantes por se tratar do nutriente mineral de maior custo na elaboração de rações, sendo o terceiro mais caro em uma ração para monogástricos, atrás somente da energia e da proteína da ração.

O fósforo presente nas rações para frango de corte é proveniente basicamente de alimentos de origem vegetal (milho e farelo de soja), que apresentam a maior parte do fósforo na forma de ácido fítico. Esse fósforo não é aproveitado pelas aves, tornando-se necessária a adição de quantidade elevada de fonte de fósforo inorgânico para suprir as exigências dos animais e que, conseqüentemente, aumentam o teor de fósforo nas excretas das aves (Bertechini, 2006; Lelis et al., 2009).

Tendo em vista a importância em minimizar os efeitos causados pelo fitato contido nos alimentos e reduzir os níveis de inclusão de fósforo inorgânico na ração, o uso da enzima fitase faz-se pertinente como alternativa na alimentação das aves.

Contudo, vale ressaltar que a atividade dessa enzima é influenciada por inúmeros fatores, destacando-se dentre eles o nível dietético de fósforo total e disponível (incluindo fósforo fítico), a quantidade de fitase suplementada, a relação Ca:P e o ambiente térmico a que as aves são submetidas (Kornegay & Qian, 1996; Maia, 2009).

Sendo o Brasil, um país onde predominantemente a maior parte do ano é caracterizada por altas temperaturas, e os frangos de corte, animais susceptíveis ao estresse por calor, torna-se importante avaliar o comportamento produtivo dessas aves quando submetidas a um ambiente desfavorável de alta temperatura.

Diante do exposto, este estudo foi proposto para avaliar o efeito de rações com diferentes níveis de fósforo disponível e com a inclusão de fitase exógena no desempenho, rendimento de carcaça e dos cortes nobres e concentrações de cinzas, cálcio e fósforo nos ossos de frangos de corte, dos 22 aos 42 dias de idade, mantidos em ambiente de estresse por calor.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Exigência de fósforo para frangos

Os minerais constituem parte importante do organismo animal, representando de 3 a 4% do peso vivo das aves (Bertechini, 2006), dentre os quais, o fósforo e o cálcio são os mais importantes, por serem necessários não apenas para a ótima taxa de crescimento, mas também para a mineralização óssea (Laurentiz et al., 2009), sendo que aproximadamente 80 a 85% do fósforo e 99% do cálcio do organismo das aves esta presente nos ossos (Costa, 2006).

O fósforo (P) é um importante mineral estrutural, pois está presente nos componentes fosfatados das membranas celulares, estrutura óssea, DNA, RNA, ATP, participando de importantes processos fisiológicos e enzimáticos (Santos et al., 2011), e no equilíbrio ácido-básico do sangue (Bertechini, 2006).

Sua taxa de absorção depende de fatores como pH e viscosidade intestinal, nível de disponibilidade de P dietético, presença de vitamina D3, presença de minerais como Fe, Al, Mg e Mn, e principalmente relação Ca:P, em resposta ao equilíbrio da calcemia (Bertechini, 2006; Lima, 2009), e a quantidade necessária varia muito, dependendo de fatores animais como espécie, idade, estado fisiológico e nível desejado de desempenho (Rodehutscord, 2013).

Primeiramente, a exigência de P dos animais era expressa no conteúdo de fósforo total, contudo, a baixa disponibilidade desse mineral em ingredientes vegetais contribuiu para a mudança dos termos utilizados na nutrição, sendo então expressos em P disponível, P não fítico, e P digestível, que melhor refletem a disponibilidade do P das fontes dietéticas, assim como sugerido por Proszkowiec-weglarz & Angel (2013).

O P disponível, de acordo com as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2011) é obtido pela subtração do fósforo fítico do fósforo total, e pode ser utilizado para expressar a exigência de frangos de corte.

Para determinar a exigência de P das aves, Sakomura & Rostagno (2007) sugerem que devem ser avaliadas, além do desempenho (consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar), variáveis relacionadas com a resposta fisiológica do animal ao consumo do nutriente avaliado. No caso de estudos com fósforo e cálcio, as características ósseas proporcionam avaliar a deposição mineral, sendo geralmente feita nas tíbias das aves.



Gomes et al. (2004) estudaram níveis de fósforo disponível para frangos dos 22 aos 42 dias de idade, onde níveis mais altos (0,600%) ocasionaram redução do ganho de peso em decorrência da redução no aproveitamento dos nutrientes pelas aves, tendo em vista que o consumo de ração foi pouco afetado pelo excesso de P disponível. De acordo com os mesmos autores os valores de exigência de P disponível para frangos de corte dos 22 aos 42 dias foi estabelecido em torno de 0,442%.

Já as exigências de fósforo disponível para frangos de corte de alto desempenho dos 22 aos 33 e dos 34 aos 42 dias, de acordo com Rostagno et al. (2011) são de 0,354 e 0,309%, respectivamente, enquanto as exigências de cálcio são estabelecidas em 0,758 e 0,663%, sendo, portanto, mantida a relação Ca:Pd recomendada de 2,1:1.

Contudo, se faz necessário atualizar as informações correspondentes às exigências dos animais, tendo em vista que, os avanços na nutrição de frangos de corte são constantes, e isso possibilita a melhoria da produção animal do país.

Persia et al. (2003) observaram que o estresse por calor crônico resultou na diminuição da exigência de fósforo pra frangos em crescimento. Os autores sugerem que isso pode ter sido ocasionado pelo desenvolvimento limitado da aves, quando mantidas em ambiente de alta temperatura.

Em estudo avaliando níveis de fósforo disponível em diferentes ambientes (termoneutro e alta temperatura) dos 8 aos 42 dias, Maia (2010) encontrou o melhor desempenho das aves com níveis de 0,25 e 0,46% para termoneutralidade e alta temperatura, respectivamente. Esses resultados demonstram que a exigência de fósforo é influenciado pelo ambiente térmico em que as aves estão inseridas.

Sendo assim, é importante a avaliação da resposta animal frente ao recebimento de rações com redução dos níveis de fósforo disponível e suplementadas com fitase para animais mantidos em ambiente de alta temperatura.

## **2. 2 Fitato e implicações**

A biodisponibilidade do fósforo varia entre as fontes, sendo que os de fonte inorgânica e protéica são consideradas como tendo 100% deste mineral disponível (Bertechini, 2006), já o fósforo de origem vegetal somente 20 a 50% do total dos alimentos se encontra disponível para aves, o restante está na forma de fitato (Wu et al.,

2006), que possui alto teor de fósforo (28,2%) e alto potencial de quelação (Pizzolante et al., 2002).

A concentração de fitato varia em função da espécie, da idade e do estágio de maturação, da cultivar, do clima, da disponibilidade de água, do grau de processamento e quantidade de fósforo no solo, o qual a planta armazena, complexando-o com o inositol para formar o ácido fítico (Júnior, 2008). De acordo com Rostagno et al. (2011) o fósforo digestível contido no principais alimentos usados na nutrição de frangos de corte chega a 24% para milho e 39,28% para farelo de soja. Já Wu et al. (2006) demonstraram níveis de disponibilidade do fósforo no milho e farelo de soja, que chegam a 31,6% e 39,3% respectivamente.

Além de diminuir a disponibilidade do fósforo, o fitato tem várias outras implicações no trato gastrointestinal, interferindo negativamente na digestão e absorção de diversos nutrientes, inibindo a ação de enzimas proteolíticas, tais como pepsina e tripsina (Pizzolante et al., 2002; Lelis et al., 2010), devido a formação de complexos insolúveis com aminoácidos e proteínas (Adeola & Sands, 2003). Ainda atua diminuindo a disponibilidade dos minerais (Ca, P, Zn, Mn e Mg) e moléculas de glicose conjugadas (Ludke et al., 2000; Costa et al., 2004).

### **2.3 Uso da Fitase exógena**

O uso de enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte tem como principal objetivo melhorar o desempenho desses animais, melhorando a digestão dos componentes antinutricionais encontrados nos ingredientes destinados a produção de rações.

A fitase é uma enzima usada em rações para melhorar o aproveitamento do fósforo contido em todos os ingredientes derivados de plantas, tendo como substrato o ácido fítico (Ravindran, 2013). Alimentos de origem vegetal como cereais e oleaginosas possuem fitase, entretanto, somente cereais como a cevada, trigo, centeio e triticales possuem atividade expressiva desta enzima (Adeola & Sands, 2003).

Assim, o problema com a digestão do fitato não é só a falta de enzimas endógenas compatíveis, como também a baixa solubilidade do substrato no intestino delgado, dependendo também da concentração de cátions no lúmen (Cowieson et al., 2011), influenciando assim a dinâmica de secreção e absorção no trato gastrointestinal

(Cowieson et al., 2008). Além disso, Selle et al. (2009) verificaram efeito significativo da concentração de Ca e P total da dieta e relação Ca:P sobre a atividade da fitase.

Para atender as necessidades das aves são utilizadas fontes inorgânicas de P, entretanto, essa alternativa não reduz a excreção de P para o meio ambiente, e tem grande impacto no custo final da ração. Neste sentido, o uso da fitase exógena surge como possível alternativa.

As enzimas fitases são fosfatases capazes de hidrolisar um ou mais grupos de fosfato da molécula de fitato (Tamim et al., 2004), sua atividade varia em função do pH, da umidade, da temperatura, da presença de certos minerais como o cálcio e de outras enzimas, além do tempo de passagem da digesta. Sua atividade é expressa em FTU ou U/kg, que corresponde a quantidade de enzima necessária para liberar 1 micromol de fósforo inorgânico em um minuto num substrato de sódio fitato, a temperatura de 37°C e pH 5,5 (Lelis et al., 2009).

De acordo com Bertechini (2006), com a adição de 500 FTU de fitase em rações para frangos de corte obtêm-se liberação de 0,1% de P, o que corresponde a uma economia de aproximadamente 5,5 kg/tonelada de fosfato bicálcico. Selle & Ravindran (2008) salientam que a utilização de 200 FTU da enzima microbiana para aves, foi capaz de reduzir a excreção de fósforo para o meio ambiente em 34%, representando economia significativa no custo final da formulação das dietas.

Ainda, sabe-se da existência de efeitos benéficos da inclusão de fitase sobre a digestibilidade ileal de energia e aminoácidos (Selle & Ravindran, 2008). Em estudo da inclusão de fitase sobre o desempenho de frangos de corte dos 10 aos 24 dias, Tejedor et al. (2001) observaram melhora no ganho de peso de 3,4% quando se usou 500 FTU da enzima e 2,8% com 750 FTU, melhorando a conversão alimentar em 3%. Estes autores concluíram que a adição da fitase além de melhorar a digestibilidade do cálcio e fósforo, teve impacto positivo na digestibilidade da energia bruta e proteína bruta e nos valores de energia digestível ileal aparente. Segundo Schoulten et al. (2003) em estudo com níveis de cálcio na dieta de frangos até 21 dias, a utilização da fitase elevou não somente a utilização de fósforo da ração, mas também o cálcio, havendo melhor ganho de peso quando as aves foram alimentadas com níveis mais baixos de Ca e P suplementado com fitase. Para Tejedor et al. (2001), o aumento no ganho de peso ocasionado pela adição da enzima fitase pode ser explicado, provavelmente, pelo incremento na digestibilidade ileal da proteína bruta, do cálcio e do fósforo, que

disponibiliza maior quantidade de nutrientes, sustentando a maior taxa de crescimento das aves.

Santos et al. (2011) estudaram níveis de fósforo disponível e cálcio em rações suplementadas com fitase para frangos de corte nas fases de crescimento e final. Os resultados indicaram possível reduzir os níveis de cálcio e fósforo disponível da ração de crescimento (até 0,52 e 0,26%, respectivamente) suplementada com fitase (500 FTU/kg) sem comprometer a mineralização óssea das aves, permitindo ainda desempenho semelhante ao observado quando utilizada uma dieta controle, sem fitase, formulada com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2005).

Sendo assim, a fitase além de contribuir na melhora da digestibilidade e aproveitamento do fósforo e de outros nutrientes da dieta, também contribui para a redução do fósforo excretado pelo animal no meio ambiente.

## **2.4 Ambiente térmico**

O ambiente térmico é tido como um fator determinante na produção de frangos de corte, influenciando diretamente na exigência nutricional e no desempenho do animal.

Segundo Borges et al. (2002), na ocorrência de qualquer alteração do ambiente, fora da faixa de termoneutralidade, os animais homeotérmicos necessitam de ajustes de natureza comportamental, física ou fisiológica, como tentativa de se adaptarem à nova condição ambiental.

Entre os fatores ambientais que podem influenciar o desempenho animal, os fatores térmicos, representados, principalmente, pela temperatura e pela umidade relativa do ar, são os que afetam mais diretamente as aves, pois compromete a manutenção da homeotermia, uma função vital alcançada por meio de processos sensíveis e latentes de perda de calor (Oliveira et al., 2006).

Considerando que o ambiente térmico envolve a interação de um complexo de fatores que interagem para determinar a magnitude dos processos de troca de calor entre o animal e o ambiente, vários índices bioclimáticos têm sido desenvolvidos com o objetivo de expressar o conforto e o desconforto do animal em relação a determinado ambiente, além de permitir a comparação do desempenho dos animais criados em diferentes regiões (Bueno, 2004).

O Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), proposto por Buffington et al. (1981), é considerado o mais adequado para avaliar o conforto térmico nas condições em que os animais são expostos à radiação solar (condições tropicais), uma vez que combina os efeitos da temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar e radiação em um único valor (Ferreira, 1998; Silva, 2002; Medeiros et al., 2005; Oliveira et al., 2006), sendo representado pela equação:

$$\text{ITGU} = T_{gn} + 0,36 T_{po} - 330,08$$

Em que:

$T_{gn}$ : temperatura de globo negro (°K)

$T_{po}$ : temperatura de ponto de orvalho (°K)

Para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade, Medeiros et al. (2005) e Santos et al. (2009) caracterizaram como ambiente de conforto térmico aquele com ITGU variando de 69 a 77. De forma similar, Lavor et al. (2008) preconizaram o ITGU de 77 como limite máximo tolerado sem estresse por calor para frangos de corte acima dos 21 dias de idade. Ambientes térmicos fora do ideal podem ocasionar estresse ao animal e conseqüente queda no desempenho produtivo (Valério et al., 2003).

No caso do estresse por calor, o principal efeito causado pelo desconforto térmico é provocado pela redução do consumo de ração e, conseqüentemente queda no desempenho, podendo ocorrer desvio de nutrientes na tentativa de manter a homeotermia (Pereira, 2005; Baêta e Souza, 2010).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEOLA, O.; SANDS, J.S. Does supplemental dietary microbial phytase improve amino acid utilization? A perspective that it does not. **Journal of Animal Science**, v.81 (suppl.), p.78-85, 2003.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em construções rurais: conforto animal**. Viçosa: Editora UFV, 2010, 269p.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras, MG: Editora UFLA, 2006.
- BORGES, A.F.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de lisina para frangos de corte machos no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente quente (26°C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1993-2001, 2002.
- BUENO, L.G.F. **Avaliação da eficiência energética e do conforto térmico em instalações de frangos de corte**. 2004. 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.
- COSTA, C.H.R. **Níveis de fósforo e de cálcio em dietas para codorna japonesa em postura**. Viçosa, MG: UFV, 2006. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.
- COSTA, F.G.P.; JACOMÉ, I.M.T.D.; SILVA, J.H.V. et al. Níveis de fósforo disponível e de fitase na dieta de poedeiras de ovos de casca marrom. **Ciência Animal Brasileira**, v.5, p.73-81, 2004.

- COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, V. Effect of phytic acid and microbial phytase on the flow and amino acid composition of endogenous protein at the terminal ileum of growing broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.98, p.745-752, 2007.
- COWIESON, A.J.; WILCOCK, P.; BEDFORD, M.R. Super-dosing effects of phytase in poultry and other monogastrics. **World's Poultry Science Journal**, v.67, 2011.
- FERREIRA, R.A. Efeitos do estresse térmico na alimentação de suínos, In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa. **Anais...** Viçosa: CONEZ, p.349-370, 1998.
- GOMES, P.C.; RUNHO, R.C.; DÁGOSTINI, P. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1734-1746, 2004.
- JUNIOR, A.D. **Níveis de fósforo disponível e cálcio em rações com fitase para frangos de corte de oito a 35 dias de idade**. Lavras, MG: 2008. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras.
- KORNEGAY, E.T.; QIAN, H. Replacement of inorganic phosphorus by microbial phytase for young pigs fed on a maize-soybean-meal diet. **British Journal of Nutrition**, v.76, p.563-578, 1996.
- LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S. et al. 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1938-1947, 2009.
- LAVOR, C.T.B.; FERNANDES, A.A.O.; SOUSA, F.M. Efeito de materiais isolantes térmicos em aviários no desempenho de frangos de corte. **Revista de Ciência Agronômica**, v.39, p.308-316, 2008.

- LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C. et al. Suplementação dietética de fitase em dietas para frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, p.875-889, 2009.
- LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, C.R. et al. Suplementação dietética de fitase sobre o metabolismo de nutrientes de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1768-1773, 2010.
- LIMA, M.R. **Redução nutricional de dietas de poedeiras suplementadas com fitase**. Areia, PB: UFP, 2009. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba.
- LUDKE, M.C.M.M.; LÓPEZ, J.; BRUM, P.A.R. et al. Influência da Fitase na Utilização de Nutrientes em dietas compostas por milho e farelo de soja para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1402-1413, 2000.
- MAIA, A.P.A. **Níveis de fósforo em rações para frangos de corte machos dos 8 aos 42 dias de idade mantidos em diferentes ambientes térmicos**. Viçosa, MG: 2009. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Viçosa.
- MEDEIROS, C.M.; BAÊTA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v.13, p.277-286, 2005.
- OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T. et al. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.797-803, 2006.
- PEREIRA, J.C.C. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal**. Belo Horizonte, MG: FEPMVZ, 2005, 195p.



- PERSIA, M.E; PARSONS, C.M.; KOELKEBECK, K.W. Interrelationship between environmental temperature and dietary nonphytate phosphorus in chicks. **Poultry Science**, v.82, p.1616-1623, 2003.
- PIZZOLANTE, C.C.; TEIXEIRA, A.S.; SANTOS, C.D. et al. Níveis de fitase e de cálcio e desempenho de frangos de corte. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.26, p.418-425, 2002.
- PROSZKOWIEC-WERGLARZ, M.; ANGEL, R. Calcium and phosphorus metabolism in broilers: Effect of homeostatic mechanism on calcium and phosphorus digestibility. **Journal Applied Poultry Research**, v.22, p.609-627, 2013.
- RAVINDRAN, V. Feed enzymes: The Science, practice and metabolic realities. **Journal Applied Poultry Research**, v.22, p.627-636, 2013.
- RODEHUTSCORD, M. Determination of phosphorus availability in poultry. **World's Poultry Science Journal**, v.69, p.687-698, 2013.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal, SP: Funep, 2007, 283p.
- SANTOS, L.M.; RODRIGUES, P.B.; ALVARENGA, R.R. et al. Níveis de fósforo disponível e cálcio em rações suplementadas com fitase para frangos de corte nas fases de crescimento e final. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2486-2495, 2011.

- SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; SILVA, H.O. et al. Efeito dos níveis de cálcio da ração suplementada com fitase sobre a absorção de minerais em frangos de corte de 22 a 42 dias. **Ciência Animal Brasileira**, v.3, p.31-37, 2002.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Phytate-degrading enzymes in pig nutrition. **Livestock Science**, v.113, p.99-122, 2008.
- SELLE, P.H.; COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, V. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. **Livestock Science**, v.124, p.126-141, 2009.
- SILVA, C.E. **Comparação de painéis evaporativos de argila expandida e celulose para sistema de resfriamento adiabático do ar em galpões avícolas com pressão negativa em modo túnel**. 2002. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- TAMIM, N.M.; ANGEL, R.; CHRISTMAN, M. Influence of Dietary Calcium and Phytase on Phytate Phosphorus Hydrolysis in Broiler Chickens. **Poultry Science**, v.83, p.1358-1367, 2004.
- TEJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.802-808, 2001.
- VALÉRIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.372-382, 2003.
- WU, G.; BRYANT, M.M.; ROLAND, D.A. Comparison of Natuphos and Phyzyme as Phytase Sources for Commercial Layers Fed Corn-Soy Diet. **Poultry Science**, v.85, p.64-69, 2006.

## CAPÍTULO I

### FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES SUPLEMENTADAS COM FITASE VARIANDO A RELAÇÃO Ca:Pd PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE MANTIDOS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA

**RESUMO:** Esse estudo foi realizado para avaliar o efeito da redução de fósforo disponível (Pd) em rações suplementadas com 500 FTU/kg no desempenho, nas características de carcaça e na mineralização óssea de frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura. Foram utilizados 336 frangos Cobb, com peso inicial de  $0,822 \pm 0,004$  kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, sendo um controle positivo (0,354 e 0,309% de fósforo disponível sem adição de fitase exógena para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias respectivamente) e mais cinco rações com inclusão de fitase exógena Quantum Blue® (500 FTU) e redução do nível de fósforo disponível (0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% e 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106 para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias respectivamente) com oito repetições e sete aves por unidade experimental. As rações experimentais foram elaboradas de acordo com Rostagno et al. (2011), exceto para Pd. As aves foram mantidas em câmaras climáticas com temperatura do ar de  $31,6 \pm 0,75$  °C e umidade relativa de  $67,3 \pm 5,66\%$ . A suplementação da fitase em rações com redução dos níveis de fósforo disponível foi eficiente em liberar P fítico a fim de manter inalterados o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos, bem como as características de carcaça. Houve efeito dos tratamentos na deposição de cálcio e a relação Ca:P no osso, onde os grupos correspondentes aos níveis de 0,233; 0,173; 0,112% e 0,207; 0,156; 0,106% de Pd, dos 22 aos 33 e 34 aos 42, respectivamente, obtiveram os maiores valores, no entanto a deposição de cinzas e fósforo no osso não foram afetadas. Conclui-se que a redução de Pd no nível de 0,112 e 0,106% para as fases de 22 aos 33 e 34 aos 42, respectivamente, em rações suplementadas com 500 FTU de fitase atende as exigências dos frangos de corte mantidos em ambiente de estresse por calor.

**Palavras-chave:** ambiente térmico, características de carcaça, desempenho, estresse por calor, fósforo fítico, mineralização óssea

**AVAILABLE PHOSPHORUS IN RATIONS SUPPLEMENTED WITH  
PHYTASE VARYING THE RELATIONSHIP Ca:Pd FOR BROILERS FROM 22  
TO 42 DAYS MAINTAINED IN ENVIRONMENT HIGH TEMPERATURE**

**ABSTRACT:** This study was conducted to evaluate the effect of available phosphorus (AP) levels in diets supplemented with or without phytase on performance, carcass characteristics and bone parameters in broilers from 22 to 42 days, maintained in high temperature. 336 broilers Cobb were used, with initial weight of  $0,822 \pm 0,004$  kg, distributed in a completely randomized design in six treatments, a positive control (0,354 and 0,309% available phosphorus without the addition of exogenous phytase for stages 22 to 33 and 34 to 42 days, respectively), and five diets with inclusion of exogenous phytase Quantum Blue<sup>®</sup> (500 FTU) and reduced level of available phosphorus (0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% and 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106% for stages 22 to 33 and 34 to 42 days, respectively) with eight replications and seven birds per experimental unit. The experimental diets were prepared according to Rostagno et al. (2011), except for Pd. The birds were kept in climate chambers with temperature and humidity controlled to feature a high temperature environment. We evaluated the performance (FI, WG and FC) in the period 22 to 42 days of age. At the end of the experiment two birds/cage nearest the average weight were slaughtered for determination of absolute and relative weight of the carcass and prime cuts, parallel, two other birds were slaughtered for removal and determination of the tibia bone mineralization. The supplementation of phytase in diets with reduced levels of available phosphorus was effective in releasing phytate P in order to keep unchanged the feed intake, weight gain and feed conversion of chickens and carcass characteristics. Treatment effects on the deposition of calcium and Ca:P ratio in bone, where the groups corresponding to the levels 0,233; 0,173; 0,112% and 0,207; 0,156; 0,106% from 22 to 33 and 34 to 42 days, respectively, had the highest values, however the deposition of ash and phosphorus in bone were not affected. We conclude that the reduction of Pd in the level of 0,112 and 0,106% for stages 22 to 33 and 34 to 42 respectively in diets supplemented with 500 FTU phytase meets the requirements of broilers kept in heat stress.

**Keywords:** thermal environment, carcass characteristics, performance, heat stress, phytate phosphorus, bone mineralization

## Introdução

As rações para frangos de corte são compostas basicamente de ingredientes vegetais, que possuem cerca de 2/3 do fósforo indisponível na forma de fitato, não sendo suficiente para atender a demanda das aves deste mineral, implicando assim na necessidade de suplementação de uma fonte inorgânica na ração.

Reduzir custos de produção e principalmente o impacto ambiental causado pela excessiva excreção de nutrientes ao ambiente são grandes paradigmas que impulsionam cada vez mais a busca de alternativas que atinjam esses objetivos dentro da nutrição animal. Animais monogástricos, como frangos de corte, possuem baixa ou nenhuma atividade endógena de enzimas como a fitase, assim a maior parte do fósforo fítico ingerido é diretamente excretado, podendo ocasionar impacto ao meio ambiente.

A utilização de enzimas, como a fitase, que possibilitam melhor aproveitamento dos nutrientes das rações (Fukayama et al., 2008) tem despertado interesse e demonstrado resultados positivos na produção animal, como a menor excreção de nutrientes (Lelis et al., 2010), principalmente fósforo.

As fitases são fosfatases capazes de hidrolisar um ou mais grupos de fosfato da molécula de fitato (Tamim et al., 2004), e sua atividade varia em função do pH, da umidade, da temperatura, da presença de certos minerais como o cálcio e de outras enzimas, além do tempo de passagem da digesta. A atividade da fitase é expressa em FTU ou U/kg, que corresponde a quantidade de enzima necessária para liberar 1 micromol de fósforo inorgânico em um minuto num substrato de sódio fitato, a temperatura de 37 °C e pH 5,5 (Cowieson et al., 2008). Através do uso de fitase é possível disponibilizar o fósforo contido nos alimentos vegetais, assim a necessidade de suplementação na forma inorgânica diminui (Bozkurt et al., 2006), bem como o custo por quilo de frango produzido pode ser reduzido (Saima et al., 2009).

Outro fator determinante na produção de frangos de corte diz respeito às condições ambientais em que as aves são criadas, tendo em vista que esses animais possuem grande susceptibilidade ao calor, e o clima no Brasil sendo predominantemente quente caracteriza um problema para a avicultura, principalmente no período final de criação. Além disso, em condições desfavoráveis de criação, a exigência de fósforo pode ser alterada (Persia et al., 2003).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito de rações com diferentes níveis de fósforo disponível e com a inclusão de fitase exógena sobre o desempenho, rendimento de carcaça e dos cortes nobres e concentrações de cinzas, cálcio e fósforo nos ossos de frangos de corte, dos 22 aos 42 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura.

## Material e métodos

Todos os procedimentos adotados nessa pesquisa foram aprovados previamente pelo Comitê de ética para Uso de Animais da Universidade Federal de Viçosa, estando de acordo com os princípios éticos de experimentação animal, estabelecido pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA, 1991).

O experimento foi conduzido no laboratório de Bioclimatologia Animal do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

Foram utilizados 336 frangos de corte machos da linhagem Cobb, com peso inicial de  $0,822 \pm 0,004$  kg, vacinados contra as doenças Marek, dos 22 aos 42 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura.

Durante a fase pré-inicial (1 a 7 dias) e inicial (8 a 21 dias de idade), as aves foram criadas em galpão convencional, sendo manejadas conforme descrito por Albino & Tavernari (2010) e receberam ração formulada para atender suas respectivas exigências nutricionais, segundo Rostagno et al. (2011).

Completados os 22 dias de idade, os frangos foram pesados e transferidos para as câmaras climáticas, onde foram distribuídos e alojados em gaiolas, com piso telado e área de  $0,72$  m<sup>2</sup>, providas de comedouros e de bebedouros tipo calha. As salas foram climatizadas com temperatura e umidade relativa do ar que representassem condições de estresse por calor para as aves durante todo o período experimental.

As condições ambientais das salas foram monitoradas diariamente, duas vezes ao dia (07h:00min e 18h:00min), por meio de termômetros de bulbo seco, de bulbo úmido e de globo negro, instalados no centro da sala. Posteriormente, esses dados foram utilizados para o cálculo do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), conforme proposto por Buffington et al. (1981).

O programa de luz adotado foi o contínuo (24 horas de luz artificial), utilizando três lâmpadas fluorescentes de 45 watts por sala. As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, em seis tratamentos sendo um controle positivo (0,354 e 0,309% de fósforo disponível sem adição de fitase exógena para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias respectivamente), e mais cinco rações com inclusão de fitase exógena Quantum Blue<sup>®</sup> (500 FTU) e redução do nível de fósforo disponível (0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% e 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106 para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias respectivamente) (Tabela 1 e 2), foram utilizados oito

repetições e sete aves por unidade experimental. A unidade experimental foi representada pela gaiola.

A ração basal, composta basicamente de milho e farelo de soja, foi formulada para atender às exigências nutricionais das aves, segundo recomendações de Rostagno et al. (2011), exceto para o fósforo disponível. Os tratamentos foram obtidos pela retirada de fosfato bicálcico e inclusão de calcário às rações em substituição ao inerte, variando a relação cálcio: fósforo disponível (Ca:Pd). A água e as rações foram fornecidas à vontade aos animais durante todo o período experimental. A ração fornecida, os desperdícios e as sobras das rações experimentais, foram pesadas periodicamente ao longo do experimento, e os valores obtidos utilizados para cálculo do consumo de ração. Para determinar o ganho de peso, as aves foram pesadas no início (22 dias) e no final do experimento (42 dias de idade). A partir dos dados de consumo de ração e de ganho de peso foi calculada a conversão alimentar dos animais.

No final do período experimental (42º dia), os frangos foram pesados e quatro aves de cada unidade experimental, com peso mais próximo da média da gaiola ( $\pm 10\%$ ), foram submetidas a jejum alimentar de 12 horas. Posteriormente, as aves foram insensibilizadas por atordoamento elétrico (com corrente elétrica de 60 V) e abatidas por sangria mediante corte da artéria jugular. Essas aves, após serem sangradas, foram depenadas e evisceradas. As duas aves com peso mais próximo da média foram pesadas para a determinação do peso relativo da carcaça. Para o cálculo do peso relativo dos cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) foi considerado o peso da carcaça inteira (incluindo a cabeça e os pés). As outras duas aves tiveram suas tíbias removidas, formando um “pool” de duas amostras por repetição, que foram congeladas para posterior análise laboratorial.

Após o descongelamento, as tíbias foram descarnadas e pré-secadas em estufa a 65°C por 72 horas. Em seguida, as amostras foram desengorduradas parcialmente em extrator Soxhlet, pelo método a quente, como descrito por Silva & Queiroz (2002) e levadas à estufa a 65°C para secagem, sendo posteriormente trituradas em moinho de bola. As análises laboratoriais para a determinação da matéria mineral, dos teores de P e de Ca das rações experimentais e dos ossos foram realizadas no Laboratório da Rodes Química Cajati - LTDA, em Cajati – São Paulo.



**Tabela 1-** Composições centesimal e calculada das rações experimentais (Cálcio Fixo - CaF) dos 22 aos 33 dias

Ingrediente (%)	Tratamento					
	Controle positivo	T2	T3	T4	T5	T6
Milho 7,8%	56,359	56,359	56,359	56,359	56,359	56,359
Farelo de soja 45%	35,333	35,333	35,333	35,333	35,333	35,333
Óleo de soja	4,865	4,865	4,865	4,865	4,865	4,865
<b>Fosfato bicálcico</b>	<b>1,311</b>	<b>1,311</b>	<b>0,987</b>	<b>0,657</b>	<b>0,333</b>	<b>0,000</b>
<b>Calcário</b>	<b>0,889</b>	<b>0,889</b>	<b>1,100</b>	<b>1,314</b>	<b>1,525</b>	<b>1,741</b>
<b>Inerte<sup>1</sup></b>	<b>0,060</b>	<b>0,050</b>	<b>0,163</b>	<b>0,279</b>	<b>0,392</b>	<b>0,509</b>
<b>Fitase<sup>2</sup></b>	<b>-</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>
Sal comum	0,458	0,458	0,458	0,458	0,458	0,458
DL-Metionina 99%	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269
L-Lisina HCl 78,5%	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
L-Treonina	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031
Suplemento mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento vitamínico <sup>4</sup>	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Coccidiostático <sup>5</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 60%	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Promotor <sup>6</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Antioxidante <sup>7</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Composição nutricional calculada <sup>8</sup>						
E. Metabolizável (kcal/kg)	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150
Proteína bruta (%)	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74
Met + cist digestível (%)	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826
Lisina digestível (%)	1,131	1,131	1,131	1,131	1,131	1,131
Treonina digestível (%)	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735
Valina digestível (%)	0,882	0,882	0,882	0,882	0,882	0,882
Sódio (%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
<b>Fósforo Total (%)</b>	<b>0,578</b>	<b>0,578</b>	<b>0,521</b>	<b>0,460</b>	<b>0,400</b>	<b>0,339</b>
<b>Fósforo Total (%)<sup>9</sup></b>	<b>0,571</b>	<b>0,590</b>	<b>0,527</b>	<b>0,484</b>	<b>0,430</b>	<b>0,342</b>
<b>Cálcio (%)</b>	<b>0,758</b>	<b>0,758</b>	<b>0,758</b>	<b>0,758</b>	<b>0,758</b>	<b>0,758</b>
<b>Cálcio (%)<sup>9</sup></b>	<b>0,741</b>	<b>0,767</b>	<b>0,702</b>	<b>0,763</b>	<b>0,664</b>	<b>0,778</b>
<b>Fósforo disponível (%)</b>	<b>0,354</b>	<b>0,354</b>	<b>0,294</b>	<b>0,233</b>	<b>0,173</b>	<b>0,112</b>
<b>Fósforo Fítico (%)<sup>9</sup></b>	<b>0,210</b>	<b>0,210</b>	<b>0,210</b>	<b>0,210</b>	<b>0,210</b>	<b>0,210</b>
<b>Relação Ca:Pd</b>	<b>2,14</b>	<b>2,14</b>	<b>2,58</b>	<b>3,25</b>	<b>4,38</b>	<b>6,77</b>

<sup>1</sup> Areia Lavada.

<sup>2</sup> Fitase comercial – 500 FTU/kg

<sup>3</sup> Composição por kg de produto: vit. A, 5.600.000 UI; vit. D3, 1.200.000 UI; vit. E, 10.000 UI; vit. B1, 1.550 mg; vit B2, 4.000 mg; vit. B6, 2.080 mg; ácido pantotênico, 10.400 mg; vit K3, 1.200 mg; ácido fólico, 650 mg; niacina, 28.000 mg; vit B12, 8.000 µg; selênio, 300 mg e antioxidante, 0,50 g.

<sup>4</sup> Composição por kg de produto: manganês, 150.000 mg; zinco, 140.000 mg; ferro, 100.000 mg; cobre, 16.000 mg; e iodo 1.500 mg.

<sup>5</sup> Salinomicina sódica – 60 ppm.

<sup>6</sup> Surmax – 10 ppm.

<sup>7</sup> Hidroxibutiltolueno – BHT.

<sup>8</sup> Valores calculados com base na composição nutricional das matérias primas (Rostagno et al., 2011).

<sup>9</sup> Valor analisado.

**Tabela 2** - Composições centesimal e calculada das rações experimentais (Cálcio Fixo - CaF) dos 34 aos 42 dias

Ingrediente (%)	Tratamento					
	Controle Positivo	T2	T3	T4	T5	T6
Milho 7,8%	60,093	60,093	60,093	60,093	60,093	60,093
Farelo de soja 45%	31,916	31,916	31,916	31,916	31,916	31,916
Óleo de soja	4,883	4,883	4,883	4,883	4,883	4,883
<b>Fosfato bicálcico</b>	<b>1,096</b>	<b>1,096</b>	<b>0,820</b>	<b>0,545</b>	<b>0,269</b>	<b>0,000</b>
<b>Calcário</b>	<b>0,796</b>	<b>0,796</b>	<b>0,975</b>	<b>1,154</b>	<b>1,333</b>	<b>1,508</b>
<b>Inerte<sup>1</sup></b>	<b>0,060</b>	<b>0,050</b>	<b>0,147</b>	<b>0,243</b>	<b>0,340</b>	<b>0,434</b>
<b>Fitase<sup>2</sup></b>	<b>-</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>
Sal comum	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445
DL-Metionina 99%	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244
L-Lisina HCl 78,5%	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163
L-Treonina	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029
Suplemento mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento vitamínico <sup>4</sup>	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Coccidiostático <sup>5</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 60%	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Promotor <sup>6</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Antioxidante <sup>7</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Composição nutricional calculada <sup>8</sup>						
E. Metabolizável (kcal/kg)	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína Bruta (%)	19,49	19,49	19,49	19,49	19,49	19,49
Met + cist digestível (%)	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774
Lisina digestível (%)	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060
Treonina digestível (%)	0,689	0,689	0,689	0,689	0,689	0,689
Valina digestível (%)	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
Arginina digestível (%)	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216
Isoleucina digestível (%)	0,757	0,757	0,757	0,757	0,757	0,757
Sódio (%)	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195
<b>Fósforo Total (%)</b>	<b>0,532</b>	<b>0,532</b>	<b>0,481</b>	<b>0,430</b>	<b>0,379</b>	<b>0,329</b>
<b>Fósforo Total (%)<sup>9</sup></b>	<b>0,545</b>	<b>0,541</b>	<b>0,482</b>	<b>0,447</b>	<b>0,386</b>	<b>0,337</b>
<b>Cálcio (%)</b>	<b>0,663</b>	<b>0,663</b>	<b>0,663</b>	<b>0,663</b>	<b>0,663</b>	<b>0,663</b>
<b>Cálcio (%)<sup>9</sup></b>	<b>0,657</b>	<b>0,727</b>	<b>0,673</b>	<b>0,662</b>	<b>0,708</b>	<b>0,637</b>
<b>Fósforo disponível (%)</b>	<b>0,309</b>	<b>0,309</b>	<b>0,258</b>	<b>0,207</b>	<b>0,156</b>	<b>0,106</b>
<b>Fósforo Fítico (%)<sup>9</sup></b>	<b>0,210</b>	<b>0,210</b>	<b>0,210</b>	<b>0,210</b>	<b>0,210</b>	<b>0,210</b>
<b>Relação Ca:Pd</b>	<b>2,15</b>	<b>2,15</b>	<b>2,57</b>	<b>3,20</b>	<b>4,25</b>	<b>6,25</b>

<sup>1</sup> Areia Lavada.

<sup>2</sup> Fitase comercial – 500 FTU/kg

<sup>3</sup> Composição por kg de produto: vit. A, 5.600.000 UI; vit. D3, 1.200.000 UI; vit. E, 10.000 UI; vit. B1, 1.550 mg; vit B2, 4.000 mg; vit. B6, 2.080 mg; ácido pantotênico, 10.400 mg; vit K3, 1.200 mg; ácido fólico, 650 mg; niacina, 28.000 mg; vit B12, 8.000 µg; selênio, 300 mg e antioxidante, 0,50 g.

<sup>4</sup> Composição por kg de produto: manganês, 150.000 mg; zinco, 140.000 mg; ferro, 100.000 mg; cobre, 16.000 mg; e iodo 1.500 mg.

<sup>5</sup> Salinomicina sódica – 60 ppm.

<sup>6</sup> Surmax – 10 ppm.

<sup>7</sup> Hidroxibutiltolueno – BHT.

<sup>8</sup> Valores calculados com base na composição nutricional das matérias primas (Rostagno et al., 2011).

<sup>9</sup> Valor analisado.

As variáveis estudadas foram: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, peso absoluto e peso relativo da carcaça e dos cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) e as concentrações de cinzas, de cálcio, de fósforo e a relação Ca:P nos ossos.

As análises estatísticas das variáveis estudadas foram realizadas utilizando o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa – UFV (2000). As estimativas das exigências de fósforo disponível para frangos de corte machos dos 22 aos 42 dias foram estabelecidas por meio de comparação entre o tratamento controle e os demais tratamentos utilizando o teste Dunnett. Foi utilizado o nível de significância de 5% para todos os testes realizados.

## Resultados e Discussão

A temperatura e umidade relativa do ar durante o período experimental mantiveram-se entre  $31,6 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$  e  $67,3 \pm 5,7\%$ , respectivamente, e o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) calculado no período experimental foi de  $83,2 \pm 1,3$ . Considerando que Ronchi (2004) e Cobb-Vantress (2008) preconizaram a faixa entre 18 e  $26^{\circ}\text{C}$  como a temperatura do ar adequada para a criação de frangos de corte durante o período de 22 a 42 dias, e que Medeiros et al. (2005) caracterizaram como ambiente de estresse por calor aquele com valor de ITGU entre 78 e 88, pode-se afirmar que os animais foram criados em ambiente de alta temperatura.

Os resultados de desempenho dos frangos de corte, dos 22 aos 42 dias, são apresentados na Tabela 3.

Não se observou variação ( $P>0,05$ ) no ganho de peso (GP) das aves que receberam ração basal (0,354 e 0,309% de fósforo disponível para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias, respectivamente) quando comparado com os demais grupos de aves que receberam ração com diferentes níveis de fósforo suplementadas com fitase (0,354 e 0,309; 0,294 e 0,258; 0,233 e 0,207; 0,173 e 0,156; 0,112 e 0,106% no período de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade, respectivamente). Em estudo conduzido com frangos de corte de 1 a 49 dias, Huff et al. (1998) verificaram que a utilização da fitase possibilitou a redução de 14, 15 e 16% no nível de fósforo total (Pt) das rações nas fases, respectivamente, inicial, de crescimento e terminação das aves. De forma similar, dados obtidos por Fukayama et al. (2008) com frangos de corte de 1 a 21 dias evidenciaram que a suplementação da fitase na ração com baixo nível de fósforo resultou em GP semelhante ao obtido com a ração controle.

Efeitos similares da fitase na taxa de crescimento de frangos de corte alimentados com baixos níveis de P nas diferentes fases de criação também foram encontrados por Yan et al. (2004), Bozkurt et al. (2006), Laurentiz et al. (2007), Plumstead et al. (2008), Santos et al. (2011), Brunelli et al. (2012) e Olukosi et al. (2013).

A consistência dos resultados confirma a eficiência da fitase em aumentar a disponibilidade do P ligado ao fitato em quantidade suficiente para garantir a taxa de crescimento dos frangos de corte, independente da fase de crescimento. De acordo com o relato de Waldroup et al. (2000) a suplementação da fitase em rações com baixo nível de P tem se revelado um efetivo método para melhorar a utilização do P, diminuindo

**Tabela 3** – Desempenho de frangos de corte machos durante a fase de 22 a 42 dias de idade, alimentados com rações variando a relação Ca:Pd, mantidos em ambiente de alta temperatura

Parâmetro	Tratamento						P valor	CV (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Consumo de ração (g)	2327	2333	2363	2368	2441	2446	0,3217	5,62
Ganho de peso (g)	1396	1421	1452	1479	1511	1483	0,3380	7,60
Conversão alimentar	1,67	1,64	1,63	1,61	1,62	1,65	0,3117	3,57

A,B: médias dos tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem do T1 pelo teste de Dunnett (P<0,05).

CV (%): coeficiente de variação.

sua excreção. Em estudo mais recente, conduzido com frangos de corte de 1 a 21 dias, Olukosi et al. (2013) comprovaram a hidrólise do ácido fítico com a liberação e consequente retenção de P devido a suplementação de fitase.

Nesse estudo, a suplementação de fitase possibilitou a redução de 68,4% no nível de Pd (0,354 x 0,112%) da ração no período dos 22 aos 33 dias e de 65,7% (0,309 x 0,106%) no período de 34 a 42 dias sem efeito negativo no GP das aves. De forma consistente com esse resultado El-Sherbiny et al. (2010) em experimento com frangos de corte dos 23 aos 40 dias, verificaram que somente com a ração em que a redução no nível de Pd ficou acima de 70%, a suplementação de fitase não foi suficiente para manter o GP das aves. Esses resultados estão coerentes com o relato de Simons et al. (1990) que a disponibilidade de P pode aumentar em 60% ou mais quando a fitase é incorporada à ração com baixo nível de Pd.

Considerando o provável efeito positivo da fitase sobre a disponibilidade do P (Lelis et al., 2010; Singh et al., 2013), o fato do GP dos frangos que receberam a ração correspondente ao tratamento controle positivo com fitase (T2) não ter aumentado em relação aos que receberam a ração controle sem fitase seria um indicativo que o nível de Pd utilizado nessa ração foi adequado para o máximo crescimento das aves. Da mesma forma, Brunelli et al. (2012), avaliando o efeito da suplementação da enzima fitase em rações em que os níveis nutricionais de Ca e P e demais nutrientes atendiam as exigências dos frangos de corte nas diferentes fases, no período de 4 aos 42 dias, também não observaram variação significativa no GP das aves. Esses resultados estão também coerentes com o relato de Qian et al. (1996) de que o efeito positivo da fitase sobre o desempenho dos frangos não é evidenciado em rações em que as exigências nutricionais são atendidas.

O consumo de ração (CR) dos frangos de corte não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pelos níveis de P com a inclusão de fitase. Esse resultado está consistente com os obtidos por Bozkurt et al. (2006), Catalá-Gregori et al. (2007), El-Sherbiny et al. (2010) e Santos et al. (2011), que também não observaram variação significativa no CR dos frangos de corte em razão da redução dos níveis de Pd em rações suplementadas com a enzima fitase.

De forma similar, Laurentiz et al. (2007) avaliando a inclusão de fitase em rações com níveis sub-ótimos de Pd para frangos de corte no período de 1 a 42 dias, constataram que a redução do nível de Pd na fase de terminação (36 a 42 dias) ou nas

fases de crescimento e terminação (22 a 42 dias) não resultou em alteração significativa no CR das aves. No entanto, quando a redução do nível de Pd foi aplicada também na fase inicial (1 a 21 dias), o CR dos frangos no período de 1 a 42 dias variou significativamente. Coerente com esses resultados, Viveros et al. (2002), em estudo conduzido com frangos de 0 a 6 semanas também verificaram que somente no período de 0 a 3 semanas o CR das aves foi influenciado pela diminuição do nível de Pd em rações suplementadas com fitase.

Fatores como a maturidade do trato intestinal, com maior população de bactérias residentes (Catalá-Gregori et al., 2007), diminuição da taxa de passagem do alimento (Bedford, 2000) e aumento da atividade da fitase endógena (Sebastian et al., 1998) que normalmente ocorre com o avanço da idade dos frangos, podem fundamentar o padrão diferenciado de resposta das aves à inclusão de fitase na ração. Assim pode-se inferir que a resposta de CR dos frangos de corte à inclusão de fitase em rações com baixo nível de Pd pode variar em função das idades das aves.

Considerando que a deficiência de P resulta em comprometimento do consumo voluntário de ração dos frangos de corte (Kies et al., 2001; Ferket & Gernat, 2006) associado a diminuição dos níveis circulantes dos hormônios de crescimento e da tireóide (Parmer et al., 1987), pode-se afirmar, com bases nos resultados obtidos nesse estudo, que a enzima fitase foi efetiva em hidrolisar o P ligado à molécula de fitato aumentando sua disponibilidade, normalizando o metabolismo das aves e, conseqüentemente, a sua capacidade de consumo de ração e de crescimento, o que confirma os resultados obtidos por Olukosi et al. (2013).

Nesse estudo a variação que ocorreu na relação Ca:Pd de 2,14 a 6,77 em razão da diminuição do nível de P das rações, pareceu não comprometer a eficiência da fitase em manter o CR e, conseqüentemente, a taxa de crescimento dos frangos de corte. Essa hipótese está consistente com os resultados de Powell et al. (2011) que em estudo conduzido com frangos de corte para avaliar a suplementação de fitase em rações com diferentes níveis de Ca concluíram que a variação na relação Ca:Pd de 3,35 a 6,65 não comprometeu a eficácia da fitase. Nesse mesmo sentido, Manangi & Coon (2008) verificaram que o aumento do nível de Ca da ração de 0,50 para 0,90% não influenciou a hidrólise do P fitato pela fitase.

Em contrapartida, esse padrão de resposta contradiz os resultados obtidos por Tamim et al. (2004), Donato et al. (2011), Santos et al. (2011) e Walk et al. (2012). Em acordo com esses autores, Singh et al. (2013) relataram que o Ca influencia tanto na

atividade da fitase exógena quanto da endógena, o que confirma os dados de Applegate et al. (2003), que encontraram redução de 9% na atividade da fitase intestinal e de 11,9% na hidrólise do P fítico devido ao aumento do Ca de 0,40% para 0,90% na ração de frangos de corte.

A discrepância de resultados quanto à eficiência da fitase sobre o desempenho de frangos de corte constatada entre os estudos segundo Manangi & Coon (2008) pode estar relacionada, entre outros fatores, às variações na fonte de fitase, nas fontes e quantidades de fitato, nos níveis de Ca e Pd e na idade das aves. No caso específico desse estudo, a alta temperatura ( $31,6 \pm 0,75^{\circ}\text{C}$ ) em que as aves foram mantidas, pode ter sido outro fator que contribuiu para o padrão de resposta, uma vez que o estresse por calor influencia a exigência de Pd dos frangos de corte (Persia et al., 2003.)

O efeito da inclusão de fitase exógena e dos níveis de Pd sobre o CR observado nesse trabalho, associado ao fato das rações experimentais serem isonutritivas, justifica os resultados de GP dos frangos, uma vez que, de acordo com Mendonça et al. (2008), o crescimento de frangos de corte é dependente da ingestão de nutrientes e de energia.

A conversão alimentar (CA) dos frangos não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pela diminuição dos níveis de Pd da ração, o que sugere a eficiência da fitase em hidrolisar o P fítico. Efeito positivo da suplementação de fitase em rações com baixo nível de Pd sobre a CA de frangos de corte também foi encontrado por Bozkurt et al. (2006), Catalá-Gregori et al. (2007), Fukayama et al. (2008) e Brunelli et al. (2012).

Nesse estudo, a melhora na CA dos frangos aconteceu independente da variação ocorrida na relação Ca:Pd que correspondeu a valores entre 2,14 a 6,77. Resultados positivos da fitase sobre a CA dos frangos recebendo com rações com significativas variações nos valores da relação Ca:P foi também relatada por Rama-Rao et al. (2006), Cardoso Junior et al. (2010) e Donato et al. (2011). Coerente com esses dados, Powell et al. (2011), em estudo conduzido com frangos de corte, verificaram que a variação na relação Ca:Pd entre 2,20 a 6,65 não comprometeu a CA das aves quando as rações foram suplementadas com fitase.

Esses resultados não estão consistentes com o relatado por Qian et al. (1997) que altas relações Ca:P na ração diminuem a atividade da fitase com frangos, e esse efeito foi atribuído à precipitação do complexo insolúvel Ca:fitato no intestino das aves. Diferença na origem da fitase, pode em parte justificar a variação na sua eficiência de ação devido ao aumento de Ca, uma vez que segundo Augspurger & Baker (2004) nem toda a fitase é influenciada na mesma proporção pelo nível de Ca da ração.



Com os dados obtidos de CA ficou evidenciado que a taxa de crescimento dos frangos resultou da ação da fitase em manter inalterado o CR dos frangos de corte.

Tendo como base os fatos de que a fitase melhora a digestibilidade ileal da energia e aminoácidos (Cowieson et al., 2008) e a disponibilidade de P e Ca (Olukosi et al., 2013) pode-se afirmar, pela similaridade dos dados de CA entre os frangos que receberam a ração controle com fitase com os da ração sem fitase, que o P foi o primeiro nutriente limitante nas rações com os baixos níveis desse mineral.

Os resultados de peso absoluto e relativo da carcaça e dos cortes nobres (peito, sobrecoxa e coxa) dos frangos, aos 42 dias de idade, são apresentados na Tabela 4.

O peso absoluto e relativo da carcaça não variou ( $P>0,05$ ) entre os frangos que foram alimentados com ração basal comparado com os demais grupos de animais, que receberam ração suplementada com fitase e redução do nível de fósforo disponível. De forma similar Teixeira et al. (2013) também não encontraram variação significativa nos pesos, absoluto e relativo, da carcaça de frangos de corte alimentados com rações com diferentes níveis de Pd suplementados com fitase dos 22 ao 42 dias. Nesse mesmo sentido, Brandão et al. (2007) e Junqueira et al. (2011) verificaram que rações com baixo nível de P suplementadas com fitase, em diferentes concentrações, não influenciaram o peso relativo da carcaça de frangos de corte, respectivamente, aos 45 e aos 42 dias.

Não foi observado diferença ( $P>0,05$ ) no peso absoluto e no peso relativo dos cortes nobres (peito, sobrecoxa e coxa) entre os animais que receberam ração basal e as aves que receberam ração suplementada com fitase. Esses resultados estão coerentes com os obtidos por Teixeira et al. (2013), que avaliando o efeito da inclusão de 500 FTU/kg de fitase em rações com diferentes níveis de Pd, não observaram diferenças significativas nos pesos, absoluto e relativo dos cortes nobres dos frangos de corte aos 42 dias. De forma similar Dutra Junior (2001), Brandão et al. (2007), Vieira et al. (2007) e Brunelli et al. (2012) também constataram que a inclusão de fitase em rações com níveis variados de P foi eficiente em manter os valores de rendimento de peito e de perna (coxa e sobrecoxa) dos frangos de corte nos períodos, respectivos, de 22 a 42, 1 a 45, 14 a 42 e 4 a 42 dias.

Considerando a correlação positiva entre o peso corporal com os de peito e pernas dos frangos de corte relatada por Silva et al. (2003), os dados de carcaça e de cortes nobres deste estudo poderiam ser justificados pela ação benéfica da fitase em manter a taxa de crescimento dos frangos alimentados com as rações com baixos níveis de Pd.

**Tabela 4** – Peso absoluto e relativo da carcaça e cortes nobres de frangos de corte machos durante a fase de 22 a 42 dias de idade, alimentados com rações variando a relação Ca:Pd, mantidos em ambiente de alta temperatura

Parâmetro	Tratamento						P valor	CV (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
	Peso absoluto (g)							
Carcaça	1843	1870	1885	1939	1895	1926	0,0752	5,00
Peito	612	615	620	635	627	648	0,3124	7,86
Coxa	225	230	234	235	238	237	0,1548	6,84
Sobrecoxa	279	285	277	289	281	284	0,9999	8,11
	Peso relativo (%)							
Carcaça	85,77	87,10	85,90	85,30	84,93	85,98	0,0520	2,05
Peito	33,73	32,85	32,65	33,02	33,06	33,62	0,9999	5,51
Coxa	12,37	12,31	12,34	12,22	12,59	12,33	0,9999	5,48
Sobrecoxa	15,33	15,22	14,60	15,03	14,80	14,73	0,1660	6,05

A,B: médias dos tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem do T1 pelo teste de Dunnett (P<0,05)

CV (%): coeficiente de variação

Os dados de carcaça e de cortes nobres estão consistentes com o da CA, evidenciando que além de manter a taxa de crescimento, a adição de fitase as rações com baixos níveis de Pd também manteve inalterada a composição de ganho dos frangos.

Com relação às características ósseas não foi observado variação ( $P>0,05$ ) nos pesos e porcentagens de fósforo e cinzas no osso, quando se comparou os frangos alimentados com as rações contendo fitase e diferentes níveis de Pd com os da ração controle. No entanto, os frangos que receberam a fitase correspondentes aos menores níveis de Pd, apresentaram ( $P<0,05$ ) maiores valores de peso e porcentagem de cálcio e conseqüentemente maiores relações Ca:P no osso em relação aos da ração controle. Em estudo conduzido com frangos de corte, Oliveira et al. (2008) e Lelis et al. (2010), também constataram que a redução do nível de Pd em rações com adição de fitase não comprometeu a concentração de cinzas e de P nas tíbias das aves. Da mesma forma, Dilger et al. (2004), Onyango et al. (2005), Catalá-Gregóri et al. (2006), Santos et al. (2011) e Singh et al. (2013) verificaram que a concentração de cinzas nas tíbias dos frangos não foi influenciada pelo nível de P das rações que continham fitase.

Em contrapartida, Laurentiz et al. (2007), avaliando a redução de Pd de 0,41 e 0,38% para 0,17 e 0,14% em rações para frangos de corte nas respectivas fases de 22 a 35 dias e de 36 a 42 dias, verificaram diminuição na concentração de cinzas nas tíbias apesar da adição de fitase (500 FTU/kg).

Como o P é um importante componente da hidroxiapatita do osso, onde se concentra até 80% do P total do corpo (Olukosi et al., 2013), pode-se afirmar pelo fato das concentrações de cinzas nos ossos não terem variado, que a fitase aumentou a disponibilidade e o aproveitamento do P fítico da ração.

Com esses resultados ficou evidenciado que a exigência de P não fítico para melhor resposta de cinzas ósseas é menor quando se utiliza ração com fitase, o que confirma os resultados obtidos por Yan et al. (2001).

Com os dados de aumento da relação Ca:P nos ossos encontrados neste estudo, ficou também evidenciado que a fitase melhorou tanto a disponibilidade de P quanto do Ca, apesar da relação Ca:Pd da ração ter variado de 2,14 a 6,77. No caso específico deste estudo o possível aumento da disponibilidade de Ca não pode ser associada à reconhecida ação da fitase em hidrolizar a molécula de fitato, evitando a complexação com o Ca, uma vez que a concentração de ácido fítico não variou entre as rações.

**Tabela 5** – Cinzas, cálcio e fósforo depositados nos ossos e relação cálcio:fósforo (Ca:P) em tíbias de frangos de corte machos durante a fase de 22 a 42 dias de idade, alimentados com rações variando a relação Ca:Pd, mantidos em ambiente de alta temperatura

Parâmetro	Tratamento						P valor	CV (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Cinzas (g)	2,428	2,303	2,412	2,418	2,352	2,362	0,9999	12,94
Cinzas (%)	47,24	47,72	46,46	48,20	47,75	47,82	0,3957	4,99
Cálcio (g)	0,872 A	0,851 A	0,919 A	1,059 B	1,027 B	1,062 B	0,0001	16,59
Cálcio (%)	16,95 A	17,59 A	17,75 A	20,97 B	20,86 B	21,46 B	0,0000	9,72
Fósforo (g)	0,446	0,426	0,445	0,429	0,420	0,411	0,9999	12,80
Fósforo (%)	8,67	8,82	8,57	8,57	8,54	8,34	0,0920	5,24
Relação Ca:P	1,96 A	2,00 A	2,07 A	2,45 B	2,45 B	2,57 B	0,0000	9,00

A,B: médias dos tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem do T1 pelo teste de Dunnett (P<0,05)  
 CV (%): coeficiente de variação

Desta forma, pode-se deduzir que manter a relação Ca:P da ração conforme o padrão preconizado na literatura parece ser crítico quando o nível de Ca não estiver na exigência dos frangos.

Considerando que a exigência de Pd para manter a concentração de cinzas no osso é maior que para desempenho (Persia et al., 2006 e Rama Rao et al., 2006), pode-se afirmar com base nos dados de mineralização óssea obtidos que os níveis de Pd de 0,112 e 0,106% atenderam as exigências dos frangos de corte nas fases respectivas, de 22 a 33 e 34 a 42 dias.

## **Conclusão**

Níveis de 0,112 e 0,106% de fósforo disponível, respectivamente para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias, em rações suplementadas com fitase atendem as exigências de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura.

## Literatura Citada

- ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C. **Produção e manejo de frangos de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010, 88p.
- APPLEGATE, T.J.; ANGEL, R.; CLASSEN, H.L. Effect of dietary calcium 25-hydroxycholecalciferol, or bird strain on small intestinal phytase activity in broiler chickens. **Poultry Science**, v.82, p.1140-1148, 2003.
- AUGSPURGER, N.R.; BAKER, D.H. High dietary phytase levels maximize phytate phosphorus utilization but do not affect protein utilization in chicks fed phosphorus-or-amino acid-deficient diets. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1100-1107, 2004.
- BEDFORD, M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition – their current value and future benefits. **Animal Feed Science and Technology**, v.86, p.1-13, 2000.
- BOZKURT, M.; ÇABUK, M.; ALÇIÇEK, A. The effect of microbial phytase in broiler grower diets containing low phosphorus, energy and protein. **The Journal of Poultry Science**, v.43, p.29-34, 2006.
- BRANDÃO, P.A.; COSTA, F.G.P.; BRANDÃO, J.S.; SILVA, J.H.V. Efeito da adição de fitase em rações de frangos de corte, durante as fases de crescimento e final. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.492-498, 2007.
- BRUNELLI, S.R.; PINHEIRO, J.W.; BRIDI, A.N.; FONSECA, N.A.N.; SILVA, C.A.; OBA, A. Efeitos da fitase no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, suplement. 2, p.3279-3286, 2012.
- BUFFINGTON, D. E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.

- CARDOSO JUNIOR, A.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G.; FREITAS, R.T. F.; LIMA, R.R.; LIMA, G.F.R. Levels of available phosphorus and calcium for broilers from 8 to 35 days of age fed rations containing phytase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1237-1245, 2010.
- CATALÁ-GREGORI, P.; GARCÍA, V.; HERNÁNDEZ, J.O.; MADRID, J.; CERÓN, J.J. Response of broilers to feeding low-calcium and phosphorus diets plus phytase under different environmental conditions: body weight and tibiotarsus mineralization. **Poultry Science**, v.85, p.1923-1931, 2006.
- CATALÁ-GREGORI, P.; GARCÍA, V.; MADRID, J.; ORENGO, J.; HERNÁNDEZ, J.O. Response of broilers to feeding low-calcium and total phosphorus wheat-soybean based diets plus phytase: Performance, digestibility, mineral retention and tibiotarsus mineralization. **Canadian Journal of Animal Science**, v.87, p.563-569, 2007.
- COBB-VANTRESS. **Guia de manejo para frangos de corte cobb 500**. 2008, 58p.
- COBEA – Colégio Brasileiro de Experimentação Animal. Princípios éticos na experimentação animal, 1991. Disponível em: [http://www.univap.br/ipd/docs/principios\\_eticos\\_na\\_experimentacao\\_animal.pdf](http://www.univap.br/ipd/docs/principios_eticos_na_experimentacao_animal.pdf). Acesso em: 14/11/2013.
- COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, V. SELLE, P.H. Influence of dietary phytic acid and source of microbial phytase on ileal endogenous amino acid flows in broiler chickens. **Poultry Science**, v.87, p.2287-2299, 2008.
- DILGER, R.N.; ONYANGO, E.M.; SANDS, J.S.; ADEOLA, O. Evaluation of microbial phytase in broiler diets. **Poultry Science**, v.83, p.962-970, 2004.
- DONATO, D.C.Z.; ALBUQUERQUE, R.; GARCIAL, P.D.S.R.; BALIEIRO, J.C.C. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de cálcio suplementadas com fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2161-2166, 2011.



- DUTRA JUNIOR, W.M.; BRACCINI NETO, J.; MOREIRA, J.C.S.; BIASSUS, I.O.; GIER, M. Substituição parcial do milho por resíduo da pré-limpeza de arroz com a adição de enzimas em rações para frangos de corte. II – características de carcaça. **Revista da FZVA**, v.7/8, p.170 -178, 2001.
- EL-SHERBINY, A.E.; HASSAN, H.M.A.; ABD-ELSAMEE, M.O.; SAMY, A.; MOHAMED, M.A. Performance, bone parameters and phosphorus excretion of broilers fed low phosphorus diets supplemented with phytase from 23 to 40 days of age. **International Journal of Poultry Science**, v.9, p.972-977, 2010.
- FERKET, P.R.; A.G. GERNAT. Factors that affect feed intake of meat birds: A review. **International Journal Poultry Science**, v.5, p.905-911, 2006.
- FUKAYAMA, E.H. SAKOMURA, N.K.; DOURADO, L.R.B.; NEME, R.; FERNANDES, J.B.K.; MORCATO, S.M. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.629-635, 2008.
- HUFF, W.E.; MOORE, P.A.; WALDROUP, P.W.; WALDROUP, A.L.; BALOG, J.M.; HUFF, G.R.; RATH, N.C.; DANIEL, T.C.; RABOYS, V. Effect of dietary phytase and high available phosphorus corn on broiler chicken performance. **Poultry Science**, v.77, p.1899-1904, 1998.
- JUNQUEIRA, O.M.; DUARTE, K.F.; ASSUENA, V.; FILARD, R.S.; LAURENTIZ, A.C.; PRAES, M.F.F.M. Effect of phytase supplementation on performance, bone densitometry and carcass yield in broilers chicks. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.33, p.301-307, 2011.
- 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.

- LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S.; ASSUENA, V.; CASARTELLI, E.L.; COSTA, R. Efeito da adição da enzima fitase em rações para frangos de corte com redução dos níveis de fósforo nas diferentes fases de criação. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, p.207-216, 2007.
- LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, C.R.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; BORSATTO, C.G. Suplementação dietética de fitase sobre o metabolismo de nutrientes de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1768-1773, 2010.
- MANANGI, M.K.; COON, C.N. Phytate phosphorus hydrolysis in broilers in response to dietary phytase, calcium, and phosphorus concentrations. **Poultry Science**, v.87, p.1577-1586, 2008.
- MEDEIROS, C.M.; BAÊTA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; TINÔCO, I.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R. Efeito da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v.13, p.277-286, 2005.
- MENDONÇA, M.O.; SAKOMURA, N.K.; SANTOS, F.R.; FREITAS, E.R.F.; FERNANDES, J.B.K.; BARBOSA, N.A.A. Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1433-1440, 2008.
- OLIVEIRA, M.C.; MARQUES, R.H.; GRAVENA, R.A.; BRUNO, L.D.G.; RODRIGUES, E.A.; MORAES, V.M.B. Qualidade óssea de frangos alimentados com dietas com fitase e níveis reduzidos de fósforo disponível. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.30, p.263-268, 2008.
- OLUKOSI, O.A.; KONG, C.; FRU-NJI, F.; AJUWON, K.M.; ADEOLA, O. Assessment os a bacterial 6-phytase in the diets of broiler chickens. **Poultry Science**, v.92, p.2101-2108, 2013.

- ONYANGO, E.M.; BEDFORD, M.R.; ADEOLA, O. Efficacy of a novel evolved *Escherichia coli* phytase in diets of broiler chicks. **Poultry Science**, v.84, p.248-255, 2005.
- PARMER, T.G.; CAREW, L.B.; ALSTER, F.A. Thyroid function, growth hormone, and organ growth in broilers deficient in phosphorus. **Poultry Science**, v.66, p.1995-2004, 1987.
- PERSIA, M.E.; PARSONS, C.M.; KOELKEBECK, K.W. Interrelationship between environmental temperature and dietary nonphytate phosphorus in chicks. **Poultry Science**, v.82, p.1616-1623, 2003.
- PERSIA, M.E.; SAYLOR, W.W. Effects of broilers strain, dietary nonphytate phosphorus, and phytase supplementation on chick performance and tibia ash. **Journal Applied Poultry Research**, v.15, p.72-81, 2006.
- PLUMSTEAD, P.W.; LEYTEM, A.B.; MAGUIRE, R.O. Interaction of calcium and phytate in broiler diets. 1. Effects on apparent prececal digestibility and retention of phosphorus. **Poultry Science**, v.87, p.448-458, 2008.
- POWEL, S.; BIDNER, T.D.; SOUTHERN, L.L. Phytase supplementation improved growth performance and bone characteristics in broilers fed varying levels of dietary calcium. **Poultry Science**, v.90, p.604-608, 2011.
- QIAN, H.; VEIT, H.P.; KORNEGAY, E.T.; RAVINDRAN, V.; BENBOW, D.M. Effects of supplemental phytase and phosphorus on histological and other tibial bone characteristics and performances of broilers fed semi-purified diets. **Poultry Science**, v.75, p.618-626, 1996.
- QIAN, H.; KORNEGAY, E.T.; BENBOW, D.M. Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the Ca:total phosphorus ratio in broiler diets. **Poultry Science**, v.76, p.17-46, 1997.

- RAMA-RAO, S.V.; RAHU, M.V.L.N.; REDDY, M.R.; PAVANI, P. Interaction between dietary calcium and nonphytate phosphorus levels on growth, bone mineralization and mineral excretion in commercial broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v.131, p.133-148, 2006.
- RONCBI, C. Principais práticas de manejo para aves recém nascidas. **Revista Aveworld**, n.6, p.28-32, 2004.
- 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.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- SAIMA; KHAN, M.Z.U.; JABBAR, M.A.; QADEER, M.A. Efficacy of microbial phytase at different levels on growth performance and mineral availability in broiler chicken. **The Journal of animal and Plant Sciences**, v.19(2), p.58-62, 2009.
- SANTOS, L.M.S.; RODRIGUES, P.B.; ALVARENGA, R.R.; NAVES, L.P.; HESPANHOL, R.; LIMA, G.F.R.; LARA, M.C.C.; SILVA, L.R. Níveis de fósforo disponível e cálcio em rações suplementadas com fitase para frangos de corte nas fases de crescimento e final. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2486-2495, 2011.
- SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R. Implications of phytic acid and supplemental microbial phytase in poultry nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.54, p.27-47, 1998.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; NASCIMENTO, A.D. Estimativas da composição anatômica da carcaça de frangos de corte com base no nível de proteína da ração e peso da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.344-352, 2003.

- SIMONS, P.C.M.; VERSTEEG, H.A.J.; JONGBLOED, A.W.; KEMME, P.A.; SLUMP, P.; BOS, K.D.; WOLTERS, M.G. E. BEUDEKER, R.F.; VERSCHOOR, G.J. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. **British Journal Nutrition**, v.64, p.525-540, 1990.
- SINGH, A.; WALK, C.L.; GHOSH, T.K.; BEDFORD, M.R.; HALDAR, S. Effect of a novel microbial phytase on production performance and tibia mineral concentration in broiler chickens given low-calcium diets. **British Poultry Science**, v.54, p.206-215, 2013.
- TAMIM, N.M.; ANGEL, R.; CHRISTMAN, M. Influence of Dietary Calcium and Phytase on Phytate Phosphorus Hydrolysis in Broiler Chickens. **Poultry Science**, v.83, p.1358–1367, 2004.
- TEIXEIRA, E.N.M.; SILVA, J.H.V.; GOULART, C.C.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M.L.G. Suplementação da fitase em rações com diferentes níveis de fósforo disponível para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, p.390-397, 2013.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Sistema de análises estatísticas e genéticas - **SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.
- VIEIRA, A.R.; RABELLO, C.B.; LUDKE, M.C.M.M.; DUTRA JUNIOR, W.M.; TORRES, D.M.; LOPES, J.B. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, p.267-275, 2007.
- VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I.; CENTENO, C. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, v.81, p.1172-1183, 2002.

- YAN, F.; FRITTS, C.A.; WALDROUP, P.W. Evaluation of modified dietary phosphorus levels with and without phytase supplementation on live performance and excreta phosphorus concentration in broiler diets. 2. Modified early phosphorus levels. **Journal Applied Poultry Research**, v.13, p.394-400, 2004.
- YAN, F.; KERSEY, J.H.; WALDROUP, P.W. Phosphorus requirements of broiler chicks three to six weeks of age as influenced by phytase supplementation. **Poultry Science**, v.80, p.455-459, 2001.
- WALDROUP, P.W.; KERSEY, J.H.; SALEH, E.A. FRITSS, C.A.; YAN, F.; STILBORN, H.L.; CRUM, R.C.; RABOY, V. Nonphytate phosphorus requirement and phosphorus excretion of broiler chicks diets composed of normal or high available phosphate corn with and without microbial phytase. **Poultry Science**, v.79, p.1451-1459, 2000.
- WALK, C.L.; BEDFORD, M.R.; McELROY, A.P. Influence of limestone and phytase on broiler performance gastrointestinal pH, and apparent ileal nutrient digestibility. **Poultry Science**, v.91, p.1371-1378, 2012.

## CAPÍTULO II

### **FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES SUPLEMENTADAS COM FITASE MANTENDO A RELAÇÃO Ca:Pd FIXA PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE MANTIDOS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA**

**RESUMO:** Este estudo foi realizado para avaliar o efeito da redução de fósforo disponível (Pd) em rações suplementadas com 500 FTU/kg de fitase sobre o desempenho, características de carcaça e mineralização óssea de frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura. Foram utilizados 336 frangos Cobb, com peso inicial de  $0,883 \pm 0,005$  kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em seis tratamentos, sendo um controle positivo (0,354 e 0,309% de fósforo disponível sem adição de fitase exógena para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias respectivamente), e mais cinco rações com inclusão de fitase exógena Quantum Blue<sup>®</sup> (500 FTU) e redução do nível de fósforo disponível (0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% e 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106% para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias respectivamente) com oito repetições e sete aves por unidade experimental. As rações experimentais foram elaboradas de acordo com Rostagno et al. (2011), exceto para Pd e Ca. As aves foram mantidas em câmaras climáticas com temperatura de  $32,2 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$  e umidade do ar de  $65,3 \pm 5,9\%$ . Pode-se observar o efeito da fitase em disponibilizar P fítico das rações com redução dos níveis de fósforo disponível mantendo o CR, GP, CA e as características de carcaça inalterados. Houve efeito dos tratamentos sobre a deposição de cinzas e de cálcio e na relação Ca:P do osso, onde o grupo que recebeu as rações com níveis de 0,112 e 0,106% respectivamente dos 22 aos 33 e dos 34 aos 42 dias de idade obtiveram os menores valores, no entanto a deposição de fósforo no osso não foi afetada. Conclui-se que reduzir o Pd em níveis de 0,173 e 0,156% em rações suplementadas com 500 FTU de fitase, mantendo-se a relação Ca:P fica em 2.1:1, atende as exigências de frangos de corte dos 22 aos 33 e dos 34 aos 42 dias, respectivamente, criados em ambiente de alta temperatura

**Palavras-chave:** ambiente térmico, características de carcaça, desempenho, estresse por calor, mineralização óssea

**AVAILABLE PHOSPHORUS IN RATIONS SUPPLEMENTED WITH  
PHYTASE KEEPING THE RELATIONSHIP Ca:Pd FOR BROILERS FROM 22  
TO 42 DAYS MAINTAINED IN ENVIRONMENT HIGH TEMPERATURE**

**ABSTRACT:** This study was conducted to evaluate the effect of available phosphorus (AP) levels in diets supplemented with or without phytase on performance, carcass characteristics and bone parameters in broilers from 22 to 42 days, maintained in high temperature. 336 broilers Cobb were used, with initial average weight of  $0,883 \pm 0,005$  kg, distributed in a completely randomized design in six treatments, a positive control (0,354 and 0,309% available phosphorus without the addition of exogenous phytase for stages 22 to 33 and 34 to 42 days, respectively), and five diets with inclusion of exogenous phytase Quantum Blue<sup>®</sup> (500 FTU) and reduced level of available phosphorus (0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% and 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106% for stages 22 to 33 and 34 to 42 days, respectively) with eight replications and seven birds per experimental unit. The experimental diets were prepared according to Rostagno et al. (2011), except for aP and Ca (Ca:aP fixed in 2,1:1). The birds were kept in climate chambers with temperature and humidity controlled to feature a high temperature environment. We evaluated the performance (FI, WG and FC) in the period 22- to 42 days of age. At the end of the experiment two birds/cage nearest the average weight were slaughtered for determination of absolute and relative weight of the carcass and prime cuts, and two other birds were slaughtered for removal and determination of the tibia bone mineralization. It can be observe the effect of phytase on phytic of available P diets with reduced levels of available phosphorus keeping the FI, WG, FC and carcass characteristics unchanged. Treatment effects on the deposition of ash and calcium and the Ca:P ratio of the bone, where the group that received diets with levels of 0,112 and 0,106% respectively from 22 to 33 and 34 to 42 days of age had the lower values, however the deposition of phosphorus in bone was not affected. We conclude that reducing the levels of aP in 0,173 and 0,156% in diets supplemented with 500 FTU phytase, keeping the Ca:P ratio is at 2,1:1, meets the requirements of broilers from 22 to 33 and 34 to 42 days, respectively, created in high temperature environment.

**Keywords:** thermal environment, carcass characteristics, performance, heat stress, bone mineralization



## Introdução

As rações para frangos de corte são constituídas basicamente de ingredientes de origem vegetal. Esses alimentos são caracterizados por possuírem grande parte do fósforo, cerca de 2/3, na forma de fitato, sendo indisponível aos animais monogástricos que não possuem atividade significativa de enzimas como a fitase, no decorrer do trato gastrointestinal.

Tendo em vista o efeito antinutricional do fitato sobre a indisponibilidade do fósforo da dieta, a suplementação com uma fonte inorgânica de fósforo, como o fosfato bicálcico, é necessária para atender corretamente as necessidades dos animais tanto para crescimento quanto para desenvolvimento ósseo. Contudo, além da molécula de fitato complexar o fósforo, também é capaz de se ligar a outros minerais e a aminoácidos, formando complexos insolúveis, por consequência, diminuindo a sua disponibilidade e aproveitamento, e aumentando a excreção. (Selle et al., 2009; Khalid et al., 2013). Com base nisso, tem sido proposto o uso de enzimas exógenas em rações, com o intuito de diminuir a suplementação de fontes inorgânicas e melhorar o aproveitamento dos nutrientes da dieta, sem perder a qualidade nutricional, e principalmente minimizar o impacto causado pela excreção ambiental.

As fitases são fosfatases capazes de hidrolisar um ou mais grupos de fosfato da molécula de fitato (Tamim et al., 2004), sua atividade varia em função do pH, da umidade, da temperatura, da presença de certos minerais como o cálcio e de outras enzimas, além do tempo de passagem da digesta. Sendo a sua atividade expressa em FTU ou U/kg, que corresponde a quantidade de enzima necessária para liberar 1 micromol de fósforo inorgânico em um minuto num substrato de sódio fitato, a temperatura de 37 °C e pH 5,5 (Lelis et al., 2010).

Outro fator determinante na produção de frangos de corte diz respeito às condições ambientais em que as aves são criadas, tendo em vista que esses animais possuem grande susceptibilidade ao calor, e o clima no Brasil sendo predominantemente quente, caracteriza um problema para a avicultura, principalmente com o avanço da idade das aves. Além disso, em condições desfavoráveis de criação, a exigência de fósforo pode ser alterada (Persia et al., 2003).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo é avaliar o efeito de rações com diminuição dos níveis de fósforo disponível e cálcio (mantendo relação Ca:Pd fixa em 2:1) e com a inclusão de fitase exógena sobre o desempenho, rendimento de carcaça e dos cortes nobres e concentrações de cinzas, cálcio e fósforo nos ossos de frangos de corte, dos 22 aos 42 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no laboratório de Bioclimatologia Animal do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

Os procedimentos adotados nessa pesquisa foram previamente aprovados pelo Comitê de ética para Uso de Animais da Universidade Federal de Viçosa, estando de acordo com os princípios éticos de experimentação animal, estabelecido pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA, 1991).

Foram utilizados 336 frangos de corte machos da linhagem Cobb, com peso inicial de  $0,883 \pm 0,005$  kg, vacinados contra as doenças Marek, dos 22 aos 42 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura.

Durante o período pré-inicial (1 a 7 dias) e inicial (8 a 21 dias de idade), as aves foram criadas em galpão convencional, sendo manejadas conforme descrito por Albino & Tavernari (2010) e receberam ração formulada para atender suas respectivas exigências nutricionais, segundo Rostagno et al. (2011).

Completados os 22 dias de idade, os frangos foram pesados e transferidos para as câmaras climáticas, onde foram distribuídos e alojados em gaiolas, com piso telado e área de  $0,72\text{m}^2$ , providas de comedouros e de bebedouros tipo calha. As salas foram climatizadas com temperatura do ar e umidade relativa que representassem condições de estresse por calor para as aves durante todo o período experimental.

A temperatura e a umidade relativa do ar do interior das salas, foram monitoradas diariamente, duas vezes ao dia (07h:00min e 18h:00min), por meio de termômetros de bulbo seco, de bulbo úmido e de globo negro, instalados no centro da sala. Posteriormente, esses dados foram utilizados para o cálculo do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), conforme proposto por Buffington et al. (1981).

O programa de luz adotado foi o contínuo (24 horas de luz artificial), utilizando três lâmpadas fluorescentes de 45 watts por sala. As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, em seis tratamentos sendo um controle positivo (0,354 e 0,309% de fósforo disponível sem adição de fitase exógena para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias respectivamente), e mais cinco rações com inclusão de fitase exógena Quantum Blue<sup>®</sup> (500 FTU/kg) e redução do nível de fósforo disponível (0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% e 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106 para

as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias respectivamente) (Tabela 1), foram utilizados oito repetições e sete aves por unidade experimental. A unidade experimental foi representada pela gaiola.

A ração basal, composta de milho e farelo de soja, foi formulada para atender às exigências nutricionais das aves, segundo recomendações de Rostagno et al. (2011), exceto para o fósforo disponível e cálcio. Os tratamentos foram obtidos pela remoção de fosfato bicálcico e de calcário das dietas em substituição ao inerte, mantendo-se fixa a relação Ca:Pd. A água e as rações foram fornecidas à vontade aos animais durante todo o período experimental. A ração fornecida, os desperdícios e as sobras das rações experimentais, foram pesadas periodicamente ao longo do experimento, e os valores utilizados para cálculo do consumo de ração. Para determinar o ganho de peso, as aves foram pesadas no início (22 dias) e no final do experimento (42 dias de idade). A partir dos dados de consumo de ração e de ganho de peso foi calculada a conversão alimentar dos animais.

No final do período experimental (42º dia), os frangos foram pesados e quatro aves de cada unidade experimental, com peso mais próximo da média da gaiola ( $\pm 10\%$ ), foram submetidas a jejum alimentar de 12 horas. Posteriormente, as aves foram insensibilizadas por atordoamento elétrico (com corrente elétrica de 60 V) e abatidas por sangria mediante corte da artéria jugular. Essas aves, após serem sangradas, foram depenadas e evisceradas. As duas aves com peso mais próximo da média foram pesadas para a determinação do peso relativo da carcaça. Para o cálculo do peso relativo dos cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) foi considerado o peso da carcaça inteira (incluindo a cabeça e os pés). As outras duas aves tiveram suas tíbias removidas, formando um “pool” de duas amostras por repetição, que foram congeladas para posterior análise laboratorial.

Após o descongelamento, as tíbias foram descarnadas e pré-secadas em estufa a 65°C por 72 horas. Em seguida, as amostras foram desengorduradas parcialmente em extrator Soxhlet, pelo método a quente, como descrito por Silva & Queiroz (2002) e levadas à estufa a 65°C para secagem, sendo posteriormente trituradas em moinho de bola. As análises laboratoriais para a determinação de matéria mineral, dos teores de P e de Ca das rações experimentais e dos ossos foram realizadas no Laboratório da Rodes Química Cajati - LTDA, em Cajati – São Paulo.

**Tabela 1** – Composições centesimal e calculada das rações experimentais (Cálcio Variável - CaV) dos 22 aos 33 dias

Ingrediente (%)	Tratamento					
	Controle Positivo	T2	T3	T4	T5	T6
Milho 7,8%	56,359	56,359	56,359	56,359	56,359	56,359
Farelo de soja 45%	35,333	35,333	35,333	35,333	35,333	35,333
Óleo de soja	4,865	4,865	4,865	4,865	4,865	4,865
<b>Fosfato bicálcico</b>	<b>1,311</b>	<b>1,311</b>	<b>0,987</b>	<b>0,657</b>	<b>0,333</b>	<b>0,000</b>
<b>Calcário</b>	<b>0,889</b>	<b>0,889</b>	<b>0,757</b>	<b>0,627</b>	<b>0,496</b>	<b>0,367</b>
<b>Inerte<sup>1</sup></b>	<b>0,060</b>	<b>0,050</b>	<b>0,506</b>	<b>0,966</b>	<b>1,421</b>	<b>1,883</b>
<b>Fitase<sup>2</sup></b>	<b>-</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>
Sal comum	0,458	0,458	0,458	0,458	0,458	0,458
DL – Metionina 99%	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269
L-Lisina HCl 78,5%	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
L-Treonina	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031
Suplemento mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento vitamínico <sup>4</sup>	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Coccidiostático <sup>5</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 60%	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Promotor <sup>6</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Antioxidante <sup>7</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Composição nutricional calculada <sup>8</sup>						
E. Metabolizável (kcal/kg)	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Proteína Bruta (%)	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74
Met + cist digestível (%)	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826
Lisina digestível (%)	1,131	1,131	1,131	1,131	1,131	1,131
Treonina digestível (%)	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735
Valina digestível (%)	0,882	0,882	0,882	0,882	0,882	0,882
Isoleucina digestível (%)	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813
Sódio (%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
<b>Fósforo Total (%)</b>	<b>0,581</b>	<b>0,581</b>	<b>0,521</b>	<b>0,460</b>	<b>0,400</b>	<b>0,338</b>
<b>Fósforo Total (%)<sup>9</sup></b>	<b>0,621</b>	<b>0,625</b>	<b>0,520</b>	<b>0,425</b>	<b>0,422</b>	<b>0,355</b>
<b>Cálcio (%)</b>	<b>0,758</b>	<b>0,758</b>	<b>0,629</b>	<b>0,499</b>	<b>0,370</b>	<b>0,240</b>
<b>Cálcio (%)<sup>9</sup></b>	<b>0,726</b>	<b>0,776</b>	<b>0,626</b>	<b>0,500</b>	<b>0,479</b>	<b>0,298</b>
<b>Fósforo disponível (%)</b>	<b>0,354</b>	<b>0,354</b>	<b>0,294</b>	<b>0,233</b>	<b>0,173</b>	<b>0,112</b>
<b>Fósforo Fítico (%)<sup>9</sup></b>	<b>0,205</b>	<b>0,205</b>	<b>0,205</b>	<b>0,205</b>	<b>0,205</b>	<b>0,205</b>
<b>Relação Ca:Pd</b>	<b>2,14</b>	<b>2,14</b>	<b>2,14</b>	<b>2,14</b>	<b>2,14</b>	<b>2,14</b>

<sup>1</sup> Areia Lavada.

<sup>2</sup> Fitase comercial – 500 FTU/kg

<sup>3</sup> Composição por kg de produto: vit. A, 5.600.000 UI; vit. D3, 1.200.000 UI; vit. E, 10.000 UI; vit. B1, 1.550 mg; vit B2, 4.000 mg; vit. B6, 2.080 mg; ácido pantotênico, 10.400 mg; vit K3, 1.200 mg; ácido fólico, 650 mg; niacina, 28.000 mg; vit B12, 8.000 µg; selênio, 300 mg e antioxidante, 0,50 g.

<sup>4</sup> Composição por kg de produto: manganês, 150.000 mg; zinco, 140.000 mg; ferro, 100.000 mg; cobre, 16.000 mg; e iodo 1.500 mg.

<sup>5</sup> Salinomicina sódica – 60 ppm.

<sup>6</sup> Surmax – 10 ppm.

<sup>7</sup> Hidroxibutiltolueno – BHT.

<sup>8</sup> Valores calculados com base na composição nutricional das matérias primas (Rostagno et al., 2011).

<sup>9</sup> Valor analisado.

**Tabela 2** – Composições centesimal e calculada das rações experimentais (Cálcio Variável - CaV) dos 34 aos 42 dias

Ingrediente (%)	Tratamento					
	Controle Positivo	T2	T3	T4	T5	T6
Milho 7,8%	60,093	60,093	60,093	60,093	60,093	60,093
Farelo de soja 45%	31,916	31,916	31,916	31,916	31,916	31,916
Óleo de soja	4,883	4,883	4,883	4,883	4,883	4,883
<b>Fosfato bicálcico</b>	<b>1,096</b>	<b>1,096</b>	<b>0,820</b>	<b>0,545</b>	<b>0,269</b>	<b>0,000</b>
<b>Calcário</b>	<b>0,796</b>	<b>0,796</b>	<b>0,689</b>	<b>0,576</b>	<b>0,463</b>	<b>0,354</b>
<b>Inerte<sup>1</sup></b>	<b>0,060</b>	<b>0,050</b>	<b>0,433</b>	<b>0,821</b>	<b>1,210</b>	<b>1,588</b>
<b>Fitase<sup>2</sup></b>	<b>-</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>
Sal comum	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445
DL – Metionina 99%	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244
L-Lisina HCl 78,5%	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163
L-Treonina	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029
Suplemento mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento vitamínico <sup>4</sup>	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Coccidiostático <sup>5</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 60%	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Promotor <sup>6</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Antioxidante <sup>7</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Composição nutricional calculada <sup>8</sup>						
E. Metabolizável (kcal/kg)	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína Bruta (%)	19,488	19,488	19,488	19,488	19,488	19,488
Met + cist digestível (%)	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774
Lisina digestível (%)	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060
Treonina digestível (%)	0,689	0,689	0,689	0,689	0,689	0,689
Valina digestível (%)	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827	0,827
Arginina digestível (%)	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216
Isoleucina digestível (%)	0,757	0,757	0,757	0,757	0,757	0,757
Sódio (%)	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195
<b>Fósforo Total (%)</b>	<b>0,532</b>	<b>0,532</b>	<b>0,481</b>	<b>0,430</b>	<b>0,379</b>	<b>0,329</b>
<b>Fósforo Total (%)<sup>9</sup></b>	<b>0,544</b>	<b>0,543</b>	<b>0,482</b>	<b>0,428</b>	<b>0,388</b>	<b>0,343</b>
<b>Cálcio (%)</b>	<b>0,663</b>	<b>0,663</b>	<b>0,555</b>	<b>0,445</b>	<b>0,335</b>	<b>0,228</b>
<b>Cálcio (%)<sup>9</sup></b>	<b>0,734</b>	<b>0,713</b>	<b>0,584</b>	<b>0,497</b>	<b>0,487</b>	<b>0,387</b>
<b>Fósforo disponível (%)</b>	<b>0,309</b>	<b>0,309</b>	<b>0,258</b>	<b>0,207</b>	<b>0,156</b>	<b>0,106</b>
<b>Fósforo Fítico (%)<sup>9</sup></b>	<b>0,215</b>	<b>0,215</b>	<b>0,215</b>	<b>0,215</b>	<b>0,215</b>	<b>0,215</b>
<b>Relação Ca:Pd</b>	<b>2,15</b>	<b>2,15</b>	<b>2,15</b>	<b>2,15</b>	<b>2,15</b>	<b>2,15</b>

<sup>1</sup> Areia Lavada.

<sup>2</sup> Fitase comercial – 500 FTU/kg

<sup>3</sup> Composição por kg de produto: vit. A, 5.600.000 UI; vit. D3, 1.200.000 UI; vit. E, 10.000 UI; vit. B1, 1.550 mg; vit B2, 4.000 mg; vit. B6, 2.080 mg; ácido pantotênico, 10.400 mg; vit K3, 1.200 mg; ácido fólico, 650 mg; niacina, 28.000 mg; vit B12, 8.000 µg; selênio, 300 mg e antioxidante, 0,50 g.

<sup>4</sup> Composição por kg de produto: manganês, 150.000 mg; zinco, 140.000 mg; ferro, 100.000 mg; cobre, 16.000 mg; e iodo 1.500 mg.

<sup>5</sup> Salinomicina sódica – 60 ppm.

<sup>6</sup> Surmax – 10 ppm.

<sup>7</sup> Hidroxibutiltolueno – BHT.

<sup>8</sup> Valores calculados com base na composição nutricional das matérias primas (Rostagno et al., 2011).

<sup>9</sup> Valor analisado.

As variáveis estudadas foram: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, peso absoluto e relativo da carcaça e dos cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) e as concentrações de cinzas, de cálcio, de fósforo e a relação Ca:P nos ossos.

As análises estatísticas das variáveis estudadas foram realizadas utilizando o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa – UFV (2000). As estimativas das exigências de fósforo disponível para frangos de corte machos dos 22 aos 42 dias foram estabelecidas por meio de comparação entre o tratamento controle e os demais tratamentos utilizando o teste Dunnett. Foi utilizado o nível de significância de 5% para todos os testes realizados.

## Resultados e discussão

Durante o período experimental a temperatura e a umidade relativa do ar mantiveram-se em  $32,2 \pm 0,42^{\circ}\text{C}$  e  $65 \pm 5,9\%$ , respectivamente, e o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) calculado no período de 22 a 42 dias foi de  $83 \pm 1,0$ . Tendo em vista que Roncibi (2004) e Cobb-Vantress (2008) relataram que a temperatura ótima de criação para frangos entre 22 a 42 dias estaria entre  $18$  e  $26^{\circ}\text{C}$  e que Lavor et al. (2008) preconizaram o ITGU de 77 como limite máximo tolerado sem estresse por calor para frangos de corte com mais de 21 dias de idade, pode-se afirmar que as aves foram mantidas em ambiente de alta temperatura.

Os resultados de desempenho dos frangos de corte, dos 22 aos 42 dias, são apresentados na Tabela 3.

Não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) no ganho de peso (GP) das aves que receberam ração basal (0,354 e 0,309% de fósforo disponível para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias, respectivamente) quando comparado com os demais grupos de aves que receberam ração com diferentes níveis de fósforo suplementadas com fitase (0,354 e 0,309; 0,294 e 0,258; 0,233 e 0,207; 0,173 e 0,156; 0,112 e 0,106% no período de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade, respectivamente). Em trabalho conduzido durante as fases de crescimento e final, Santos et al. (2011) constataram que o uso de fitase possibilitou a redução dos níveis de Pd e Ca da ração em 36,6 e 26,3%, respectivamente. O efeito positivo da adição de fitase em hidrolisar o fósforo fítico em rações com níveis reduzidos de Pd para frangos de corte também ficou evidenciado nos estudos de Cardoso Júnior et al. (2010) e Donato et al. (2011), que constataram que a suplementação de fitase em rações com baixos níveis de Pd e Ca proporcionou resultados similares de GP quando comparado ao tratamento controle, confirmando os relatos de Sohail & Roland (1999), Catalá-Gregori et al. (2007), Manangi & Coon (2008) e Fukayama et al. (2008) e Powell et al. (2011).

De forma consistente, os resultados encontrados nos diferentes estudos comprovam a ação da fitase em aumentar a disponibilidade do P fítico em quantidade suficiente para garantir a taxa de crescimento dos frangos de corte, independente do período de criação, mesmo quando os níveis de Ca são reduzidos concomitantemente. Em afirmação, estudos de Oliveira et al. (2008), Saima et al. (2009) e Lelis et al. (2010) comprovaram a eficiência da fitase na hidrólise e liberação do fósforo fítico, com a consequente melhora na retenção e diminuição da excreção de P pelas aves.



**Tabela 3** – Desempenho de frangos de corte machos durante a fase de 22 a 42 dias de idade, alimentados com rações com a relação Ca:Pd fixa, mantidos em ambiente de alta temperatura

Parâmetro	Tratamento						P valor	CV (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Consumo de ração (g)	2108	2122	2180	2170	2221	2273	0,2790	6,98
Ganho de peso (g)	1132	1217	1249	1227	1219	1203	0,9999	12,41
Conversão alimentar	1,88	1,75	1,76	1,77	1,85	1,90	0,1899	8,33

A,B: médias dos tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem do T1 pelo teste de Dunnett (P<0,05)

CV (%): coeficiente de variação

No presente estudo, o uso de fitase (500 FTU/kg) nas rações, possibilitou reduzir em 68,4% (0,354% x 0,112%) e 65,7% (0,309% x 0,106%) o nível de Pd da ração para os períodos de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade, respectivamente, sem efeito negativo no crescimento das aves. Em adição, Conte et al. (2003) verificaram que o GP de frangos de corte de 1 aos 42 dias não foi afetado quando reduziram em 60% o nível de Pd em ração suplementadas com fitase, confirmando a proposição de Tamim et al. (2004) de que a suplementação da fitase disponibiliza entre 25 e 70% do fósforo fítico da ração. Esses resultados sugerem que a suplementação de fitase em rações com baixos níveis de Pd torna-se uma alternativa eficiente para melhorar a utilização do P fítico encontrado nos ingredientes de origem vegetal, e na redução da excreção para o meio ambiente.

Ao considerar o provável efeito benéfico da fitase na disponibilidade do P da ração (Yan et al., 2001), e tendo em vista que os animais do grupo controle com fitase (T2) obtiveram GP similar ao controle sem fitase (T1), pode-se inferir que o nível de Pd da ração utilizado foi suficiente para o crescimento adequado das aves. De forma similar, avaliando o efeito da incorporação da enzima fitase em ração em que os níveis nutricionais de Ca e P atendiam as exigências dos frangos de corte nas diferentes fases durante o período de 4 a 42 dias, Brunelli et al. (2012) também não encontraram alteração significativa no GP das aves.

Esses resultados refletem, provavelmente, a maior liberação de P fítico das rações devido à ação da fitase. Portanto, o menor nível de Pd (0,112 e 0,106% para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias) em rações que foram suplementadas com 500 FTU da enzima foi suficiente para manter o GP dos frangos. Contudo, deve-se destacar que dentre outros fatores, a alteração da temperatura ideal de criação das aves ocasionada pela alta temperatura ( $32,2 \pm 0,42^{\circ}\text{C}$ ) em que os animais foram mantidos, pode ter sido determinante nos resultados na exigência para o crescimento animal. Além disso, Persia et al. (2003) propõe que o estresse por calor crônico, assim como no presente trabalho, resulta na redução da exigência de fósforo dos frangos de corte em crescimento, devido, provavelmente, ao fato do estresse por calor causar crescimento limitado das aves, levando a menor exigência de fósforo disponível.

Não foi constatado efeito ( $P>0,05$ ) dos tratamentos no consumo de ração (CR) quando comparado o grupo de frangos de corte que receberam a ração basal com aqueles que receberam rações com redução do nível de fósforo disponível e suplementadas com fitase exógena. De forma similar, Powell et al. (2007) e Santos et al.

(2011) não observaram alteração significativa no CR de frangos em crescimento alimentados com rações com níveis reduzidos de Ca e Pd e suplementadas com fitase.

Em trabalho com frangos de corte dos 23 aos 40 dias de idade, El-Sherbiny et al. (2010) não verificaram diferença significativa no CR em função do nível de P em rações suplementadas com fitase, demonstrando o efeito positivo da enzima na disponibilidade do P, assim como constatado por Ahmed et al. (2004), Pillai et al. (2006), Vieira et al. (2007) e Chen et al. (2013).

Conforme os relatos de Kies et al. (2001), Persia et al. (2003) e Laurentiz et al. (2009), baixos níveis de P da ração causam queda no CR de frangos, sustentando o proposto por Parmer et al. (1987) que frangos de corte alimentados com rações deficientes em P diminuem os níveis séricos dos hormônios da tireóide ( $T_3$  e  $T_4$ ) e do hormônio de crescimento (GH), devido a redução da síntese ou secreção desses hormônios, ocasionando, conseqüentemente, a queda do CR. Dessa forma, pode-se afirmar que os resultados obtidos nesse trabalho comprovam a ação da fitase em hidrolisar e liberar o P fítico da ração, disponibilizando para absorção e aproveitamento pelos frangos quantidade suficiente para manter o CR e o crescimento.

Neste estudo a manutenção da relação Ca:Pd das rações obtido pela redução dos níveis de Pd e Ca não comprometeu a eficiência da fitase em manter o CR e conseqüentemente a taxa de crescimento dos frangos de corte confirmando a proposição de Selle et al. (2009) e Delezie et al. (2012) de que a redução concomitante de Ca e P das rações, mantendo a relação Ca:P fixa, não prejudica o CR das aves. De modo similar, Cardoso Júnior et al. (2010) observaram que suplementando com fitase às rações, quando os níveis de Ca e Pd foram reduzidos juntamente para manter a relação Ca:Pd próxima de 2:1 o CR de ração foi favorecido em relação às rações com alta relação Ca:Pd.

O efeito da inclusão de fitase exógena e dos níveis de Pd no CR observado neste trabalho, associado ao fato das rações experimentais serem isonutritivas, ajudam a explicar os resultados de GP dos frangos, tendo em vista que, conforme Mendonça et al. (2008), o crescimento de frangos de corte é dependente da ingestão de nutrientes e de energia.

A conversão alimentar (CA) não variou ( $P>0,05$ ) entre o grupo de animais que recebeu a ração basal e aqueles que receberam ração suplementada com a enzima fitase e diferentes níveis de fósforo disponível durante o período experimental. Esses resultados estão de acordo com Powell et al. (2007), que constataram efeito positivo da

inclusão de fitase em manter a CA de frangos de corte, dos 14 aos 41 dias, alimentados com rações contendo níveis reduzidos de Ca e Pd (relação Ca: Pd fixa).

Os resultados observados para a CA podem estar relacionados com a ação da fitase em liberar P fítico das rações com os menores níveis de Pd, em quantidades suficientes para manter o CR e a taxa de crescimento das aves.

Em concordância Santos et al. (2011) verificaram melhora na digestibilidade do fósforo com a suplementação de 500 FTU/kg de ração, sugerindo que nas condições experimentais do presente estudo o nível de fitase incluído nas rações foi suficiente para melhorar o aproveitamento desse nutriente, sustentando os relatos de Sohail & Roland (1999), Bozkurt et al. (2006) e Cardoso Júnior et al. (2010).

Com base nos resultados de CA, pode-se afirmar que a inclusão de fitase (500 FTU/kg) possibilitou a liberação de quantidades suficientes Pd para manter o CR e, em consequência, a ingestão adequada de nutrientes para sustentar o crescimento dos frangos de corte, mesmo para as aves alimentadas com as rações com níveis reduzidos de Pd.

Os resultados de peso absoluto e relativo da carcaça e dos cortes nobres (peito, sobrecoxa e coxa) dos frangos, aos 42 dias de idade, são apresentados na Tabela 4.

O peso absoluto e relativo da carcaça não variou ( $P > 0,05$ ) entre os frangos que foram alimentados com ração basal comparado com os demais grupos de animais, que receberam rações suplementadas com fitase e diferentes níveis de fósforo disponível. Os resultados observados no presente estudo foram similares aos obtidos por Teixeira et al. (2013) que não constataram variação significativa no peso absoluto e relativo da carcaça de frangos ao final da fase de 22 aos 42 dias de idade recebendo rações com diferentes níveis de Pd (0,3; 0,4 e 0,5%) suplementadas com fitase.

Tendo em vista o efeito positivo da fitase em melhorar a utilização dos nutrientes da dieta, (Bozkurt et al., 2006; Pillai et al., 2006; Fukayama et al., 2008 e Teixeira et al., 2013), prevenindo os efeitos negativos dos baixos níveis de Pd da ração, com os resultados encontrados no presente estudo pode-se inferir que a suplementação de 500 FTU/kg em rações com níveis reduzidos de Pd foi eficiente em disponibilizar P fítico para manter o crescimento do animal, sem afetar a deposição de carne e o rendimento de carcaça das aves.

Não foi verificada variação ( $P > 0,05$ ) no peso absoluto e no peso relativo dos cortes nobres (peito, sobrecoxa e coxa) entre os animais que receberam ração basal e as aves que receberam ração suplementada com fitase com diferentes níveis de Pd.

**Tabela 4** – Peso absoluto e relativo da carcaça e cortes nobres de frangos de corte machos durante a fase de 22 a 42 dias de idade, alimentados com rações com a relação Ca:Pd fixa, mantidos em ambiente de alta temperatura

Parâmetro	Tratamento						P valor	CV (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
	Peso absoluto (g)							
Carcaça	1705	1774	1798	1790	1793	1753	0,3110	7,25
Peito	567	574	581	587	585	568	0,9999	10,23
Coxa	216	229	229	230	221	234	0,4009	11,48
Sobrecoxa	252	270	271	267	262	258	0,2056	9,26
	Peso relativo (%)							
Carcaça	87,39	88,00	86,78	87,46	87,54	86,60	0,2376	2,02
Peito	33,39	32,34	32,30	32,76	32,57	32,35	0,9999	6,80
Coxa	12,65	12,91	12,71	12,82	12,27	13,41	0,1440	8,91
Sobrecoxa	14,75	15,22	15,02	14,96	14,59	14,73	0,3921	5,99

A,B: médias dos tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem do T1 pelo teste de Dunnett (P<0,05)  
CV (%): coeficiente de variação

De forma similar, Teixeira et al. (2013) não verificaram diferença no peso absoluto e relativo dos cortes nobres dos frangos de corte, aos 42 dias, alimentados com rações com redução de Pd suplementadas com fitase, confirmando os relatos de Oliveira et al. (2009) em que os níveis de Pd (0,45; 0,38 e 0,31% de 1 a 21 dias e 0,41; 0,34 e 0,28% de 22 a 42 dias de idade das aves) não influenciaram o rendimento dos cortes nobres das aves aos 42 dias de vida. Resultados semelhantes foram encontrados por Dutra Junior et al. (2001), Brandão et al. (2007), Vieira et al. (2007) e Brunelli et al. (2012), que também verificaram que o uso de fitase em rações com diferentes níveis de P possibilitou manter o rendimento de peito e de perna (sobrecosta e coxa) dos frangos.

Considerando a existência de correlação positiva entre o ganho de peso e o peso da carcaça e dos cortes nobres de frangos de corte durante a fase de crescimento, assim como constatado por Silva et al. (2003), os dados de carcaça e de cortes nobres encontrados neste estudo poderiam ser justificados pelo efeito positivo da fitase na manutenção do crescimento dos frangos alimentados com rações com níveis reduzidos de Pd.

Os resultados de peso absoluto e relativo da carcaça e dos cortes nobres estão coerentes com o de CA, evidenciando que além de manter a taxa de crescimento, o uso de fitase em rações com baixos níveis de Pd também possibilitou manter invariável a composição de ganho dos frangos.

Entre os parâmetros ósseos avaliados, o peso e o teor de P não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pela redução do nível de Pd da ração, no entanto, o peso e o teor de cinzas e de Ca foram inferiores ( $P < 0,05$ ) nos ossos dos frangos que receberam a ração com nível mais baixo de Pd (0,112 e 0,106%) e suplementada com fitase durante as fases de crescimento e final. Em trabalho conduzido por Santos et al. (2011), a redução de 27,78% e 15,15% no nível de Pd e de 36,56% e 26,31% no nível de Ca em rações suplementadas com 500 FTU de fitase, nos períodos de 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade, respectivamente, proporcionou melhora na mineralização óssea das aves sem afetar o desempenho. No entanto, Cardoso Júnior et al. (2010) observaram que ao reduzir em 35,29% de Ca e 26,67% de Pd (mantendo a relação Ca:Pd fixa em 2:1) em rações suplementadas com fitase, durante o período 8 aos 35 dias de idade dos frangos, ocorreu diminuição no teor de cinzas dos ossos, demonstrando a variabilidade existente entre os diferentes estudos. No presente estudo, a adição de 500 FTU de fitase/kg de ração possibilitou a redução de 0,354 e 0,309 até 0,173 e 0,156% Pd (referente ao T5) que correspondeu na diminuição de 51,13 e 49,51% de Pd para as fases de 22 a 33 e 34

**Tabela 5** – Cinzas, cálcio e fósforo depositados nos ossos e relação cálcio: fósforo (Ca:P) em tíbias de frangos de corte machos durante a fase de 22 a 42 dias de idade, alimentados com rações mantendo a relação Ca:Pd, mantidos em ambiente de alta temperatura

Parâmetro	Tratamento						P valor	CV (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Cinzas (g)	2,622 A	2,638 A	2,697 A	2,695 A	2,574 A	2,318 B	0,0314	13,59
Cinzas (%)	49,13 A	49,02 A	48,81 A	49,12 A	47,51 A	45,09 B	0,0000	4,84
Cálcio (g)	0,925 A	0,931 A	0,987 A	0,960 A	0,901 A	0,835 B	0,0325	14,25
Cálcio (%)	17,38 A	17,31 A	17,84 A	17,48A	16,66 A	16,24 B	0,0026	6,85
Fósforo (g)	0,367	0,375	0,398	0,396	0,406	0,373	0,9999	13,60
Fósforo (%)	8,59	8,52	8,67	8,59	8,59	8,43	0,9999	6,26
Relação Ca:P	2,03 A	2,04 A	2,06 A	2,04 A	1,94 B	1,94B	0,0342	6,60

A,B: médias dos tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem do T1 pelo teste de Dunnett (P<0,05)

CV (%): coeficiente de variação

a 42 dias de idade, respectivamente, sem afetar o teor de cinzas dos ossos dos frangos de corte.

Os resultados obtidos por Sohail & Roland (1998); Yan et al. (2001); Bozkurt et al. (2006) e Cardoso Júnior et al. (2010) confirmam os resultados obtidos neste estudo de que a deposição de cinzas ósseas são mais sensíveis à redução nos níveis minerais da dieta, e que as linhagens modernas de frangos de corte priorizam o crescimento muscular em detrimento à mineralização óssea.

Ao determinar o conteúdo de fósforo das tíbias de frangos de corte, Akyurek et al. (2005) e Oliveira et al. (2008) verificaram que o uso da fitase em rações com baixo Pd possibilitou manter a deposição de fósforo nas tíbias de frangos, independente da fase de crescimento, permitindo inferir que a inclusão da fitase foi eficiente em disponibilizar quantidades suficientes do fósforo ligado ao fitato, mantendo sua absorção e deposição adequadas. Resultados similares foram encontrados por Catalá-Gregori et al. (2006) que reduziram em 64,4% o nível de Pd da ração suplementada com fitase (600 FTU/kg) para frangos dos 22 aos 42 dias de idade, sem afetar a deposição de P nas tíbias. O efeito positivo da fitase em liberar P fítico mantendo a deposição de desse mineral no osso foi constatado por diversos outros autores (Sebastian et al., 1996; Ahmad et al., 2000; Laurentiz et al. 2009).

Considerando que o uso da fitase permite incrementar a retenção de P e reduzir sua excreção (Lelis et al., 2010) os resultados positivos na deposição óssea de P sugerem que o uso de 500 FTU/kg de ração foi suficiente para disponibilizar P fítico proporcionando manter o desempenho e a deposição óssea de fósforo dos frangos.

A redução na deposição de cinzas ósseas observada com os menores níveis de Ca e P pode ser um indicativo de uma possível deficiência de cálcio, uma vez que a deposição de P nas tíbias não foi influenciada pelos tratamentos. A exposição dos animais ao estresse por calor crônico pode ter desencadeado alguns mecanismos fisiológicos, como a alcalose respiratória, redução no conteúdo de cálcio iônico do sangue e a redução da mobilização de Ca das reservas ósseas, assim como descrito por Dagher (2008). Esses mecanismos associados ao consumo reduzido de Ca podem ter levado a uma deficiência desse mineral nos frangos alimentados com rações com os níveis mais baixos de Ca e Pd, em rações de relação Ca:Pd fixa (2,1:1), limitando assim a deposição óssea. Mesmo que tenha ocorrido um provável aumento da disponibilidade de Ca devido à ação da fitase, essa liberação não foi suficiente para manter a deposição óssea inalterada.



Como os animais foram alimentados com rações mantendo a relação Ca:Pd, os resultados de deposição óssea refletem, provavelmente, o consumo desses nutrientes na dieta, evidenciando que a deposição de P no osso ocorre simultaneamente com a de Ca, na proporção de aproximadamente 2:1, o que caracteriza uma relação de interdependência entre esses minerais. Contudo, a redução da relação Ca:P no osso dos frangos que receberam os menores níveis de Ca e Pd na ração (T5 e T6), se deve principalmente em função da menor quantidade de Ca encontrada nas tíbias desses animais, ocasionada, possivelmente, pela ingestão insuficiente desse nutriente pelas aves e pelos efeitos causados pelo estresse por calor.

Nesse sentido, pode-se deduzir que manter a relação Ca:Pd da ração conforme o padrão descrito na literatura parece ser crítico quando os animais são criados em ambiente de alta temperatura, e quando o nível de Ca não atende a exigência dos frangos de corte.

## **Conclusão**

Os níveis de 0,173 e 0,156% de fósforo disponível em rações suplementadas com fitase, mantendo a relação Ca:Pd fixa em 2,1:1, atende as exigências de frangos de corte criados em alta temperatura, dos 22 a 33 e 34 a 42 dias, respectivamente.

### Literatura citada

- AHMAD, T.; RASOOL, S.; SARWAR, M.; HAQ, A.; HASAN, Z. Effect of microbial phytase produced from a fungus *Aspergillus niger* on bioavailability of phosphorus and calcium in broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v.83, p.103-114, 2000.
- AHMED, F.; RAHMAN, M.S.; AHMED, S.U.; MIAH, M.Y. Performance of broiler on phytase supplemented soybean meal based diet. **International Journal of Poultry Science**, v.3, p.266-274, 2004.
- AKYUREK, H.; SENKOYLU, N.; OZDUVEN, M.L. Effect of microbial phytase on growth performance and nutrients digestibility in broilers. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.4, p.22-26, 2005.
- ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C. **Produção e manejo de frangos de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010, 88p.
- APPLEGATE, T. J.; ANGEL, R.; CLASSEN, H.L. Effect of dietary calcium 25-hydroxycholecalciferol, or bird strain on small intestinal phytase activity in broiler chickens. **Poultry Science**, v.82, p.1140-1148, 2003.
- BOZKURT, M.; ÇABUK, M.; ALÇIÇEK, A. The effect of microbial phytase in broiler grower diets containing low phosphorus, energy and protein. **The Journal of Poultry Science**, v.43, p.29-34, 2006.
- BRANDÃO, P.A.; COSTA, F.G.P.; BRANDÃO, J.S.; SILVA, J.H.V. Efeito da adição de fitase em rações de frangos de corte, durante as fases de crescimento e final. **Ciência Agrotec**. v.31, p.492-498, 2007.
- BRUNELLI, S.R.; PINHEIRO, J.W.; BRIDI, A.N.; FONSECA, N.A.N.; SILVA, C.A.; OBA, A. Efeitos da fitase no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, suplem. 2, p.3279-3286, 2012.

- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.
- CARDOSO JUNIOR, A.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G.; FREITAS, R.T. F.; LIMA, R.R.; LIMA, G.F.R. Levels of available phosphorus and calcium for broilers from 8 to 35 days of age fed rations containing phytase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1237-1245, 2010.
- CATALÁ-GREGORI, P.; GARCÍA, V.; HERNÁNDEZ, J.O.; MADRID, J.; CERÓN, J.J. Response of broilers to feeding low-calcium and phosphorus diets plus phytase under different environmental conditions: body weight and tibiotarsus mineralization. **Poultry Science**, v.85, p.1923-1931, 2006.
- CATALÁ-GREGORI, P.; GARCÍA, V.; MADRID, J.; ORENGO, J.; HERNÁNDEZ, J.O. Response of broilers to feeding low-calcium and total phosphorus wheat-soybean based diets plus phytase: Performance, digestibility, mineral retention and tibiotarsus mineralization. **Canadian Journal of Animal Science**, v.87, p.563-569, 2007.
- CHEN, Y.P.; DUAN, W.G.; WANG, L.L.; ZHANG, S.L.; ZHOU, Y.M. Effects of thermostable phytase supplementation on the growth performance and nutrient digestibility of broilers. **International Journal of Poultry Science**, v.12, p.441-444, 2013.
- COBEA – Colégio Brasileiro de Experimentação Animal. Princípios éticos na experimentação animal, 1991. Disponível em: [http://www.univap.br/ipd/docs/principios\\_eticos\\_na\\_experimentacao\\_animal.pdf](http://www.univap.br/ipd/docs/principios_eticos_na_experimentacao_animal.pdf). Acesso em: 14/11/2013.
- CONTE, A.J.; TEIXEIRA, A.S.; FIALHO, E.T.; SCHOULTEN, N.A.; BERTECHINI, A.G. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1147-1156, 2003.

- DAGHIR, N.J. **Poultry production in hot climates**. London: CAB international, 2ed. 2008, 387p.
- DELEZIE, E.; MAERTENS, L. HUYGHEBAERT, G. Consequences of phosphorus interactions with calcium, phytase, and cholecalciferol on zootechnical performance and mineral retention in broiler chickens. **Poultry Science**, v.91, p.2523-2531, 2012.
- DILGER, R.N.; ONYANGO, E.M.; SANDS, J.S.; ADEOLA, O. Evaluation of microbial phytase in broiler diets. **Poultry Science**, v.83, p.962-970, 2004.
- DONATO, D.C.Z.; ALBUQUERQUE, R.; GARCIA, P.D.S.R.; BALIEIRO, J.C.C. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de cálcio suplementadas com fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2161-2166, 2011.
- DUTRA JUNIOR, W.M.; BRACCINI NETO, J.; MOREIRA, J.C.S.; BIASSUS, I.O.; GIER, M. Substituição parcial do milho por resíduo da pré-limpeza de arroz com a adição de enzimas em rações para frangos de corte. II – características de carcaça. **Revista da FZVA**, v.7/8, p.170 -178, 2001.
- FIREMAN, A. K. A escolha de aditivos para a alimentação animal na indústria de aves e suínos. In: REGINA, R.; LIMA, G. J. M. M.; ANDRADE, A. N. et al. **Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos**. São Paulo: Fundação Cargill, 2010, p.207-248.
- FUKAYAMA, E.H.; SAKOMURA, N.K.; DOURADO, L.R.B.; NEME, R.; FERNANDES, J.B.K.; MORCATO, S.M. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.629-635, 2008.
- 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.

- KHALID, M.F.; HUSSAIN, M.; REHMAN, A.U.; SHAZAD, M.A.; SHARIF, M.; RAHMAN, Z.U. Broiler performance in response to phytate and supplemented phytase. **Iranian Journal of Applied Science**, v.3, p.1-12, 2013.
- LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S.; ASSUENA, V.; CASARTELLI, E.L.; COSTA, R. Efeito da adição da enzima fitase em rações para frangos de corte com redução dos níveis de fósforo nas diferentes fases de criação. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, p.207-216, 2007.
- LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S. et al. 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1938-1947, 2009.
- LAVOR, C.T.B.; FERNANDES, A.A.O.; SOUSA, F.M. Efeito de materiais isolantes térmicos em aviários no desempenho de frangos de corte. **Revista de Ciência Agronômica**, v.39, p.308-316, 2008.
- LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, C.R.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; BORSATTO, C.G. Suplementação dietética de fitase sobre o metabolismo de nutrientes de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1768-1773, 2010.
- MANANGI, M.K.; COON, C.N. Phytate phosphorus hydrolysis in broilers in response to dietary phytase, calcium, and phosphorus concentrations. **Poultry Science**, v.87, p.1577-1586, 2008.
- MELLO, H.H.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.A.; ROCHA, T.C.; ALMEIDA, R.L.; CALDERANO, A.A. Dietary requirements of available phosphorus in growing broiler chickens at a constant calcium:available phosphorus ratio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.2323-2328, 2012.

- MENDONÇA, M.O.; SAKOMURA, N.K.; SANTOS, F.R. et al. Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1433-1440, 2008.
- OLIVEIRA, M.C.; MARQUES, R.H.; GRAVENA, R.A.; BRUNO, L.D.G.; RODRIGUES, E.A.; MORAES, V.M.B. Qualidade óssea de frangos alimentados com dietas com fitase e níveis reduzidos de fósforo disponível. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.30, p.263-268, 2008.
- OLIVEIRA, M.C.; MARQUES, R.H.; GRAVENA, R.A.; TRALDI, A.B.; GODOY, C.R.; MORAES, V.M.B. Fitase em dietas com níveis reduzidos de fósforo não-fítico para frangos de corte. **Biotemas**, v.22, p. 69-176, 2009.
- PARMER, T.G.; CAREW, L.B.; ALSTER, F.A. Thyroid function, growth hormone, and organ growth in broilers deficiente in phosphorus. **Poultry Science**, v.66, p.1995-2004, 1987.
- PERSIA, M.E; PARSONS, C.M.; KOELKEBECK, K.W. Interrelationship between environmental temperature and dietary nonphytate phosphorus in chicks. **Poultry Science**, v.82, p.1616-1623, 2003.
- PILLAI, P.B.; O'CONNOR-DENNIE, T.; OWENS, C.M.; EMMERT, J.M. Efficacy of an Escherichia coli phytase in broilers fed adequate or reduced phosphorus diets and its effect on carcass characteristics. **Poultry Science**, v.85, p.1737-1745, 2006.
- POWELL, S. JOHNSTON, S.; GASTON, L.; SOUTHERN, L.L. The effect of dietary phosphorus level and phytase supplementation on growth performance, bone-breaking strength, and litter phosphorus concentration in broilers. **Poultry Science**, v.87, p.949-957, 2008.
- POWELL, S.; BIDNER, T.D.; SOUTHERN, L.L.; Phytase supplementation improved growth performance and bone characteristics in broilers fed varying levels of dietary calcium. **Poultry Science**, v.90, p.604-608, 2011.

- RONCBI, C. Principais práticas de manejo para aves recém nascidas. **Revista Aveworld**, n.6, p.28-32, 2004.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- SAIMA; KHAN, M.Z.U.; JABBAR, M.A.; QADEER, M.A. Efficacy of microbial phytase at different levels on growth performance and mineral availability in broiler chicken. **The Journal of animal and Plant Sciences**, v.19(2), p.58-62, 2009.
- SANTOS, L.M.S.; RODRIGUES, P.B.; ALVARENGA, R.R.; NAVES, L.P.; HESPANHOL, R.; LIMA, G.F.R.; LARA, M.C.C.; SILVA, L.R. Níveis de fósforo disponível e cálcio em rações suplementadas com fitase para frangos de corte nas fases de crescimento e final. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2486-2495, 2011.
- SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R.; LAGUE, P.C. The effect of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper and zinc in broiler chicken fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, v.75, p.729-736, 1996.
- SELLE, P.H.; COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, V. Consequences of calcium interactions with phytase for poultry and pigs. **Livestock Science**, 2009.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; NASCIMENTO, A.D. Estimativas da composição anatômica da carcaça de frangos de corte com base no nível de proteína da ração e peso da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.344-352, 2003.



- SOHAIL, S.S.; ROLAND, D.A. Influence of supplemental phytase on performance of broilers four to six weeks of age. **Poultry Science**, v.78, p.550-555, 1999.
- TAMIM, N.M.; ANGEL, R.; CHRISTMAN, M. Influence of Dietary Calcium and Phytase on Phytate Phosphorus Hydrolysis in Broiler Chickens. **Poultry Science**, v. 83, p.1358–1367, 2004.
- TEIXEIRA, E.N.M.; SILVA, J.H.V.; GOULART, C.C.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M.L.G. Suplementação da fitase em rações com diferentes níveis de fósforo disponível para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, p.390-397, 2013.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.
- VALERIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.372-382, 2003.
- VIEIRA, A.R.; RABELLO, C.B.; LUDKE, M. C.M.M.; DUTRA JUNIOR, W.M.; TORRES, D.M.; LOPES, J.B. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. **Acta Sci. Anim, Sci.** v.29, p.267-275, 2007.
- YAN, F.; FRITTS, C. A.; WALDROUP, P. W. Evaluation of modified dietary phosphorus levels with and without phytase supplementation on live performance and excreta phosphorus concentration in broiler diets. 2. Modified early phosphorus levels. **Journal Applied Poultry Research**, v. 13, p. 394-400, 2004.