

CÂNDIDA POLLYANNA FRANCISCO AZEVEDO

**FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES COM FITASE PARA
FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS**

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
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

A994f
2015 Azevedo, Cândida Pollyanna Francisco, 1988-
Fósforo disponível em rações com fitase para frangos
de corte dos 22 aos 42 dias / Cândida Pollyanna Francisco
Azevedo. - Viçosa, MG, 2015.
xi, 57f. ; 29 cm.

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

1. Frango - Alimentação e rações. 2. Minerais na
nutrição animal. 3. Fitase na nutrição animal. 4. Ossos
- Mineralização. 5. Desempenho. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de
Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

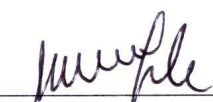
CDD 22. ed. 636.08527

CÂNDIDA POLLYANNA FRANCISCO AZEVEDO

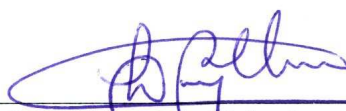
**FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES COM FITASE PARA
FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS**

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*.

APROVADA: 21 de agosto de 2015.



Juarez Lopes Donzele
(Coorientador)



Luiz Fernando Teixeira Albino
(Coorientador)



Marcelo Dias da Silva



Rita Flávia M. Oliveira Donzele
(Orientadora)

À Deus que na sua infinita bondade e misericórdia me deu forças para seguir em frente e concluir este trabalho.

À minha amada e saudosa mãe Maria das Dores, pelo exemplo de força, garra e perseverança. Obrigada pelo amor e pela vida.

Dedico!

“Não deixe de fazer algo que gosta,
devido à falta de tempo,
pois a única falta que terá,
será desse tempo que
infelizmente não voltará mais”.

(Mário Quintana)

AGRADECIMENTOS

À Deus por estar presente em todos os momentos me dando forças para concretizar meus sonhos.

À minha amada mãe Maria das Dores (in memorian), pelo amor, zelo, dedicação. A maior incentivadora deste trabalho. Eu te amo!

Aos meus queridos Avós, Helena Francisca e Archimedes Francisco (in memorian), pelo amor, educação, zelo, ensinamentos, alegrias e por se fazerem sempre presentes.

Ao meu irmão de coração GIGANTE, Júnior, pela amizade, confiança, amor, apoio, carinho.

Ao meu amado companheiro e amigo, Luiz Cláudio, pelo amor, companheirismo, zelo, paciência, carinho e por acreditar sempre em mim. Te amo!

À minhas Tias-amigas, Olma e Amélia, pelos conselhos, pelas longas e alegres conversas, amor, amizade, confiança, passeios. É gratificante ter a amizade e confiança de vocês!

À minha saudosa tia, Maria do Carmo (in memorian), pelo incentivo aos estudos, conselhos e dedicação.

Ao meu Tio Doró, pelo apoio desde o início dessa jornada. Obrigada por acreditar em mim!

Ao meu Tio Marcos, pelo carinho. Descanse em paz Marquinho da Mamãe!

Aos meus padrinhos, Ivone e Cassimiro, por estarem sempre dispostos a me ajudar.

Às minhas queridas primas, Sophia e Gabriela, pelas brincadeiras, risadas e por me fazerem me sentir criança novamente.

Aos meus tios, Toninho, Miro, Cláudio, Adi, por quem tenho grande admiração.

À família Costa Silva por ser minha segunda família. Obrigada pelo carinho!

Ao CNPq pelo apoio, através da concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal de Viçosa por todo conhecimento aqui adquirido ao longo destes sete anos e pelo suporte concedido.

À professora Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele, pelos 6 anos de orientação e de muito aprendizado, pela compreensão, amizade e exemplo de profissionalismo. Muito obrigada!

Ao professor Juarez Lopes Donzele, pela co-orientação, reconhecimento e por todo conhecimento transmitido.

Ao Professor Luiz Fernando Teixeira Albino, pelo ensino e disponibilidade em participar da banca.

Ao professor Marcelo Dias da Silva pelo comprometimento e participação na banca de defesa.

À minha amiga-irmã, Darlene, por ter sido tão paciente comigo, pelas sábias palavras, por me ouvir e pelo companheirismo. Valeu Gata!

À Renata Veroneze, pela amizade em um momento tão delicado e pelo auxílio fundamental para conclusão deste trabalho. Muito obrigada Renatinha!

Aos amigos, Maceió, Nandinha, Renata, Carlão, pela amizade sincera, conselhos e pela boa prosa.

À equipe da Bioclimatologia Animal, Jorge, Tarciso, Amanda, Érika pela colaboração e comprometimento na execução deste trabalho.

Aos bolsistas e estagiários, Lívia, Alexandre, Leonardo, Carlos, Luzia e Douglas, pelo compromisso e dedicação nos trabalhos.

Aos queridos amigos do LABTEC, por me “adotarem”na equipe. Muito obrigada pela amizade!

Ao Evandro, pelo auxílio na finalização deste trabalho. Muito obrigada!

Ao Eric e à Eliane, pelo auxílio, paciência e conhecimento transmitidos.

Aos amigos de co-orientação Aline, Jéssica e David pelo auxílio e comprometimento.

Ao Laboratório de Nutrição Animal DZO/UFV, em especial, ao Plínio, ao Professor Edênio, Gabriel (Alemão), Seu Mário e Seu Fernando, pelo suporte e ensinamentos das técnicas laboratoriais fundamentais para conclusão desse trabalho.

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

Obrigada a todos que compartilham os meus sonhos e me dão forças para seguir adiante!

BIOGRAFIA

Cândida Pollyanna Francisco Azevedo, filha de Wilson de Azevedo e Maria das Dores Francisco Azevedo, nascida em 22 de fevereiro de 1988, natural de Belo Horizonte, Minas Gerais.

Ingressou na graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- Minas Gerais, em março de 2008, concluindo em julho de 2013.

Em agosto de 2013 iniciou o mestrado pelo 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 21 de agosto de 2015.

SUMÁRIO

RESUMO	2
ABSTRACT	4
1. INTRODUÇÃO GERAL	6
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1. Fósforo na nutrição de frangos de corte	7
2.2. Cálcio na nutrição de frangos de corte	8
2.3. Fitato como fator antinutricional	9
2.4. Fitase na nutrição de frangos de corte	9
2.5. O ambiente térmico	10
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

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 TERMONEUTRO

Introdução	18
Material e métodos	19
Resultados e discussão	24
Conclusão	33
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 TERMONEUTRO

Introdução	42
Material e métodos	43
Resultados e discussão	48
Conclusão	56
Literatura citada	57

RESUMO

AZEVEDO, Cândida Pollyanna Francisco, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Agosto de 2015. **Fósforo disponível em rações com fitase para frangos de corte dos 22 aos 42 dias.** Orientadora: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele. Coorientadores: Juarez Lopes Donzele e Luiz Fernando Teixeira Albino.

Dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de avaliar os efeitos da redução dos níveis de fósforo disponível (Pd) em dietas com inclusão de fitase exógena sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e cortes nobres e as características ósseas de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro. Em cada experimento foram utilizados 336 frangos de corte machos da linhagem Cobb, cujo peso médio inicial foi $0,949 \pm 10$ g e $0,963 \pm 10$ g, nos experimentos 1 e 2, respectivamente, que foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos: um controle positivo (0,354 e 0,309% de Pd sem adição de fitase no período de 22 a 33 e 34 a 42 dias, respectivamente), os demais tratamentos suplementados com fitase comercial Quantum Blue® 500 FTU/kg e redução dos níveis de Pd (0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% no período de 22 a 33 dias e 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106% no período de 34 a 42 dias de idade), oito repetições e sete aves por unidade experimental, representada pela gaiola. No experimento 1 a relação Ca:Pd variou enquanto que no experimento 2 manteve-se a relação Ca:Pd em 2,1:1. Em ambos os experimentos as variáveis avaliadas foram: desempenho, características de carcaça e parâmetros ósseos. O fornecimento de água e ração durante o período experimental foi à vontade. Ao final do período experimental duas aves de cada gaiola, cujos pesos se aproximavam ao peso da média foram abatidas, evisceradas e pesadas para obtenção dos pesos absoluto e relativo da carcaça e dos cortes nobres. As outras duas aves de cada repetição foram abatidas e as tíbias retiradas para determinar a deposição de cinzas, cálcio (Ca) e fósforo (P) nos ossos. No experimento 1, foi constatada a eficiência da fitase em hidrolisar o P fítico das rações com níveis decrescentes de Pd mantendo o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça inalterados. Não foi observada variação na deposição de P, Ca e cinzas. No experimento 2, não foi verificada variação no consumo de ração, no ganho de peso, na conversão alimentar e nos pesos absoluto e relativo da carcaça e cortes nobres. Foi observado efeito dos tratamentos ($P < 0,05$) na deposição de cinzas, 0,112 e 0,106%, respectivamente nas fases de crescimento e final. Conclui-se que a redução de Pd em 68,4 e 65,7% em rações com adição de fitase exógena, variando a relação Ca:P

atenderam as exigências dos frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. E que a redução nos níveis de Pd em 51,1 e 49,5% em rações com inclusão de fitase mantendo fixa a relação Ca:Pd em 2,1:1, atende às exigências nutricionais de frangos de corte n período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro.

ABSTRACT

AZEVEDO, Cândida Pollyanna Francisco, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2015. **Available phosphorus in diets with phytase for broilers from 22 to 42 days.** Adviser: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele. Co-Advisers: Juarez Lopes Donzele and Luiz Fernando Teixeira Albino.

Two experiments were conducted with objective of to evaluate the effects of lowers levels of available phosphorus (aP) in diets with addition of exogenous phytase on performance, carcass characteristics and bone mineralization of broilers 22 to 42 days of age, under thermoneutral conditions. In each experiment, 336 male broilers were distributed in a completely randomized design with six treatments, being a positive control (0,354 and 0,309 of aP without addition phytase from 22 to 33 and 34 to 42 days, respectively), and more five diets with phytase commercial Quantum Blue® 500 FTU/kg and aP reduction (0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% and 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106% from 22 to 33 and 34 to 42 days of age), eight replicates and seven birds per experimental unit, represented by the cage. 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 the experiment 2. In the both experiments the variables werw performance, carcass characteristics and bone parameters. The birds received the experimental diets and water ad libitum throughout experimental period. 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. The others two birds per replicate were slaughtered to tibia and removed and the determination of the deposition of ash, calcium and phosphorus in the bone. In experiment 1, it was foun the efficiency of phytase in hydrolyzing phytic P of diets with decreasing levels of aP maintaining feed intake, weight gain and feed conversion and carcass yield unchanged. No change was observed ($P>0,05$) in the deposition of phosphorus, calcium and ash. In experiment 2, no change was observed in feed intake, weight gain, feed conversion and absolute and relative weight of carcass and prime cuts. Was observed change in the treatments ($P<0,05$) on the deposition of ash, 0,112 and 0,106%, respectively in the phases of grower and finisher. Given the above, for experiment 1, it is concluded that the reduction of aP in 68,4 and 65,7 in diets with addition of exogenous phytase, varying the Ca:aP ratio met the requirements of broilers from 22 to 42 days of age, maintained in a thermoneutral condiction. From the

experiment 2, it can be inferred that the reduction in phosphorus levels at 51,1 and 49,5% in diets with inclusion of phytase keeping fixed Ca:aP ratio at 2,1:1, meets the nutritional requirements of broilers period 22 to 33 and 34 to 42 days of age, maintained in a thermoneutral conditions.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O cenário atual da indústria avícola nacional é resultado dos avanços em melhoramento genético, nutrição, ambiência e sanidade. A evolução do melhoramento genético, baseada na teoria da genética quantitativa, assegurou um ganho contínuo na produtividade de frangos de corte. Entretanto, as aves tornaram-se mais exigentes aos aspectos nutricionais, ambientais e sanitários.

Na área da nutrição, o desenvolvimento de pesquisas em busca de alternativas que possibilitem a formulação de dietas com maior eficiência e viabilidade econômica, uma vez que os custos com alimentação correspondem a 70% dos custos de produção.

O fósforo e o cálcio são os minerais mais importantes na nutrição de aves, devido à sua participação no crescimento e mineralização óssea. O fósforo é o macromineral que está presente nos processos metabólicos e absorção de minerais, além de ser o 3º nutriente que mais onera os custos das rações ficando atrás apenas da proteína e energia.

A biodisponibilidade estimada de fósforo no milho e farelo de soja é de aproximadamente 10 a 30%, devido à presença do fitato. A molécula de fitato é a causa de dois problemas à dieta de monogástricos: a necessidade de adicionar fósforo inorgânico às dietas e a excreção em grandes quantidades de fósforo no ambiente (Santos, 2008).

O uso da enzima fitase na alimentação tem sido a alternativa para solucionar os problemas do fitato na produção avícola. Sendo assim, a fitase exógena vem sendo empregada na nutrição de monogástricos com o objetivo de promover melhorias na biodisponibilidade de fósforo.

Vale ressaltar que a atividade da fitase é influenciada por diversos fatores dentre eles a idade das aves (Laurentiz et al., 2007), integridade do trato gastrointestinal (Shaw et al., 2012), a quantidade de fitase a ser suplementada, a relação Ca:P e o ambiente térmico em que as aves são mantidas (Kornegay & Quian, 1996; Maia, 2009).

Com base no exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de dietas com níveis decrescentes de Pd mediante a suplementação de fitase sobre o desempenho, rendimento de carcaça e 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 termoneutro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1.Fósforo na nutrição de frangos de corte

Entre os minerais exigidos pelas aves, o fósforo eo cálcio são os mais importantes, por serem necessários não apenas para a ótima taxa de crescimento, mas também para a mineralização óssea. O fósforo participa nos processos metabólicos e de absorção de nutrientes, além de ser o mineral que mais onera os custos das rações (Gomes et al., 2004).

O fósforo é um mineral importante no organismo das aves, pois participa da formação de membranas celulares, componente dos ácidos nucléicos envolvidos no crescimento e diferenciação celular, sendo fundamental para a utilização e a transferência de energia (ATP), além da participação no controle do apetite e eficiência alimentar (Runhoet al., 2001).

As rações para aves são compostas basicamente por ingredientes de origem vegetal, principalmente milho e farelo de soja, em que a biodisponibilidade estimada do fósforo nesses ingredientes varia de 10 a 30%, devido à presença da molécula de fitato naturalmente encontrada nos grãos. A molécula de fitato é causa de dois problemas na criação de animais monogástricos: a necessidade de se adicionar um suplemento de fósforo inorgânico às rações e a excreção em grandes quantidades de fósforo no ambiente (Santos, 2008).

Segundo Ravindran et al.(1995), as rações das aves contêm de 2 a 4 g de P fítico (Pfit)/kg de ração indicando uma variação de até 100%. Parte dessa variabilidade no teor de Pfit da ração é devida à diferenças na concentração de fitato nos alimentos ocasionadas por variações no clima, solo/adubação, idade e estágio de maturação do vegetal, cultivar, grau de processamento, melhoramento genético (Naves, 2012).

A suplementação dietética de fósforo é obtida a partir da inclusão de compostos inorgânicos de origem geológica ou industrial, que são adicionados às rações para completar a exigência. As fontes de fósforo inorgânico para alimentação animal são os ortofosfatos produzidos pela indústria química a partir do ácido ortofosfórico. Uma das fontes mais empregadas para a suplementação das rações para animais é o fosfato bicálcico, que tem custo elevado, de 2,5 a 3% do custo total da ração (Borges, 1997). A

suplementação de fósforo representa o terceiro maior custo em dietas para frangos de corte, ficando atrás apenas da proteína e energia (Teichmann et al., 1998).

2.2.Cálcio na nutrição de frangos de corte

O cálcio (Ca) tem sido alvo de vários trabalhos, nos quais objetiva-se avaliar a exigência nutricional deste macromineral, considerando as diferentes linhagens, o sexo, o consumo de ração e as suas relações com outros minerais da ração, principalmente o fósforo (Donato, 2009).

O Ca é um macromineral essencial para a formação e manutenção do tecido ósseo, e quando em excesso na dieta pode interferir na disponibilidade de outros minerais, como fósforo, magnésio, manganês e zinco, reduzir a palatabilidade, diluir outros componentes presentes, além de alterar negativamente a ação da fitase quando altos níveis da fonte de carbonato de cálcio (calcário) são utilizados (Oliveira, 2011). Além de estar envolvido na formação e manutenção óssea, o cálcio também está presente na transmissão de impulsos nervosos, coagulação sanguínea, contração muscular, ativação de sistemas enzimáticos e secreção de hormônios (Macari et al., 2002).

Em aves, o cálcio é o mineral encontrado em maior concentração, estando presente quase que em sua totalidade (99%) no esqueleto ósseo, sendo exigido em quantidade maior que qualquer outro mineral (Sáet al., 2004).

O nível de cálcio na dieta torna-se um importante fator a ser considerado ao se suplementar a dieta com fitase, uma vez que o cálcio em altas concentrações pode precipitar o fitato formando um complexo insolúvel Ca-fitato no intestino das aves (Oliveira, 2011). Além disso de acordo com Bruyne & Felde (2000), níveis elevados de cálcio pode complexar com o ácido fítico, pois a fitase também disponibiliza o Ca da dieta que elevaria os níveis no lúmen intestinal, podendo comprometer a ação da fitase. Segundo McKnight (1997), níveis de cálcio acima de 0,70% em pH 6,0 permitem a reação do cálcio com o ácido fítico, formando o fitato de cálcio, que se precipita e não pode ser atacado pela fitase. De acordo com Mitchel & Edwards Junior (1996), para uma maior solubilização do fitato no trato digestivo da ave, é necessário manter os níveis de fósforo e cálcio inorgânicos nos limites mínimos necessários.

Schoulten et al. (2003) verificaram que os níveis de cálcio da ração devem ser reduzidos proporcionalmente aos de fósforo na formulação da ração suplementada com

fitase, sugerindo que 0,62% de cálcio é suficiente quando a ração contém 0,54% de fósforo total e 600 FTU/kg para aves de 1 a 21 dias de idade.

2.3. Fitato como fator antinutricional

A alimentação de aves baseia-se em ingredientes de origem vegetal, em especial o milho e o farelo de soja, que apresentam parte do teor de fósforo na forma do complexo orgânico fitato, cujo fósforo somente é aproveitado pelas aves em pequena proporção do total presente no alimento (Donato et al., 2011).

A molécula de fitato é um composto orgânico de ocorrência natural que pode influenciar as propriedades nutricionais dos alimentos. O seu grupo ortofosfato é altamente ionizado e se complexa com uma variedade de cátions e com fração proteica do alimento. Esse fato inclui o fitato como um fator antinutricional, pois diminui a disponibilidade dos minerais (Ca, P, Zn, Mn e Mg) e também a das proteínas e moléculas de glicose conjugadas.

Normalmente, considera-se que apenas 30% do P dos vegetais seja disponível para animais monogástricos (NRC, 1994). Segundo Rostagno (2011), a disponibilidade do P do milho é de 24%, a do farelo de soja 39% e a do farelo de arroz 24%. A molécula de ácido fítico contém aproximadamente 28,2% de fósforo (Kornegay et al., 2001) que não está disponível para animais monogástricos, além de se complexar a proteínas e aminoácidos (Ravindran et al., 1999), cátions (Maenz, 2001), amido (Angel et al., 2002) e enzimas como pepsina, tripsina e alfa-amilase (Casey & Walsh, 2004). Desse modo, o ácido fítico representa um dos principais fatores antinutricionais que afetam a disponibilidade de minerais além de proteínas e energia para os animais monogástricos.

2.4. Fitase na nutrição de frangos de corte

Com o intuito de melhorar o aproveitamento dos nutrientes em dietas a base de milho e farelo de soja, adventos biotecnológicos, como as enzimas exógenas, tem sido utilizada na alimentação de frangos de corte. As enzimas são capazes de promover melhorias no desempenho das aves devido ao aumento da digestibilidade dos nutrientes, além de reduzirem a excreção de minerais, dentre eles o fósforo.

O fósforo presente nos vegetais da dieta de frangos de corte apresenta cerca de dois terços complexado à molécula de ácido fítico, não podendo, portanto, ser utilizado

pelas aves porque estas não sintetizam a enzima fitase, necessária para hidrolisar o referido complexo.

A fitase é uma fosfatase que catalisa o desdobramento do ácido fosfórico do inositol, liberando o ortofosfato para ser absorvido (Fukayama et al., 2008), cuja função é liberar parte do fósforo complexado na forma de fitato e melhorar a digestibilidade da proteína bruta e dos aminoácidos e a absorção de minerais (Costa et al 2004). A atividade desta enzima é expressa em ftu ou simplesmente U (unidade de fitase ativa, definida como a quantidade de enzima necessária para liberar um micromol de fósforo inorgânico em um minuto em substrato de sódio fitato a temperatura de 37°C e pH 5,5) (Conte, 2000).

2.5. O ambiente térmico

O ambiente externo compreende todas as variáveis físicas, químicas, biológicas, sociais e climáticas que interagem com o animal. O microambiente térmico do animal é constituído por cinco componentes principais: temperatura, velocidade e umidade do ar; temperatura radiante e temperaturas superficiais (Baêta& Souza, 2012).

A temperatura é o elemento meteorológico mais importante que interfere diretamente no conforto térmico e respostas fisiológicas, por envolver a superfície corporal dos animais, afeta diretamente a velocidade das reações que ocorrem no organismo e influencia diretamente a produção animal (Santos et al., 2012). Para animais homeotermos, como é o caso das aves, temperatura a que se encontram expostas, tem papel decisivo sobre todas as respostas fisiológicas e comportamentais, permitindo ou não que a ave expresse suas características produtivas adequadas (Cassuce, 2011).

As variáveis ambientais podem atuar positiva ou negativamente, sobre a produtividade dos frangos de corte. Altas temperaturas reduzem o consumo de ração prejudicando o desempenho das aves. Ao passo que, baixas temperaturas promovem aumento no ganho de peso, entretanto piora a conversão alimentar. Sendo assim, o manejo ambiental torna-se uma prática importante a ser adotada a fim de evitar o efeitos negativos sobre a produtividade animal (Furlan, 2006). O estresse térmico é responsável por grandes perdas na indústria avícola, como o aumento de mortalidade e conversão alimentar, diminuição do peso corporal, e as consequências se agravam quando as condições estressantes ocorrem na fase final da produção (Tinôco, 2001).

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:

$$\text{ITGU} = \text{Tgn} + 0,36 \text{Tpo} - 330,08$$

Em que:

Tgn: temperatura de globo negro (°K)

Tpo: temperatura de ponto de orvalho (°K)

Para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade, Medeiros et al. (2005) e Santos et al. (2009) caracterizaram como ambiente de conforto térmico aquele cujo ITGU varia entre 69 e 77. De forma similar, Lavor et al. (2008) preconizaram o ITGU de 77 como limite máximo tolerado sem que a aves esteja exposta ao estresse por calor.

A zona de termoneutralidade pode ser relacionada a um ambiente térmico ideal, em que as aves encontram condições adequadas para expressar suas melhores características produtivas.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGEL, R.; TAMIM, N.M.; APPLGATE, T.J. et al. Phytic acid chemistry: influence on phytin-phosphorus availability and phytase efficacy. **Journal of Applied Poultry Research**, v.11, n.4, p.471-480, 2002.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em construções rurais: conforto animal**. Viçosa: Editora UFV, 2012, 269p.
- BORGES, F.M.O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Caderno Técnico da Escola de Veterinária da UFMG**, n.20, p.5-30, 1997.
- 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 globehumidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of theASAE**, v.24, p.711-714, 1981.
- BRUYNE, K.; FELDE, A. Quality feed phosphates strategies for implementing digestible phosphorus. **Feed Magazine**, Ajax, v. 5, n. 2, p. 210-215, 2000.
- CASEY, A.; WALSH, G. Identification and characterization of a phytase of potential commercial interest. **Journal of Biotechnology**, v.110, n.3, p.313-322, 2004.
- CONTE, A.J. Valor nutritivo do farelo de arroz integral em rações para frangos de corte, suplementadas com fitase e xilanase. Lavras: Universidade Feral de Lavras, 2000. 164p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2000.
- 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.

- DONATO, D.C.Z. Desempenho, balanço metabólico, digestibilidade de minerais e mineralização óssea por frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de cálcio suplementadas com fitase. Pirassununga: Universidade de São Paulo. 2009. 99 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo. 2009.
- DONATO, D.C.Z.; ALBUQUERQUE, R.; GARCIAL, P.D.S.R.; et al. 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.
- 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.
- FUKAYAMA, E.H. SAKOMURA, N.K.; DOURADO, et al. 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.
- FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura. Chapecó, SC. 2006.
- GOMES, P.C.; RUNHO, R.C.; D'AGOSTINI, 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, n.6, p.1734-1746, 2004
- KORNEGAY, E. T. Digestion of phosphorus and other nutrients: the role of phytases and factors influencing their activity. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. (Ed.). **Enzymes in farm animal nutrition**. Cambridge: CABI, p. 237-271, 2001.
- 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.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 375 p, 2002.

- MAENZ, D.D. Enzymatic characteristics of phytases as they relate to their use in animals feeds. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. (Eds.) **Enzymes in farm animal nutrition**. Wallingford: Cab Publishing, 406p, 2001.
- McKNIGHT, W.F. Phytase technical specifications and properties. Korea: Korean Society of Animal Nutrition and Feedstuffs, 1997. V.7. (Short Course on Feed Tecnology).
- 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.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9th ed. Washington: National Academy of Science, 155 p, 1994.
- NAVES, L.P. Metodologias para quantificar fitato e uso de fitase em rações para frangos de corte. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2012. 152p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras. 2011.
- 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.
- OLIVEIRA, J.E.F. Planos nutricionais para frangos de corte com rações suplementadas com fitase e elaboradas utilizando o conceito de proteína ideal. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2011. 129p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras. 2011
- RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W.L.; KORNEGAY, E.T. Phytases: occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. **Poultry and Avian Biology Reviews**, Northwood, v. 6, n. 2, p. 125-143, 1995.
- RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H.; BRYDEN, W.L. Effects of phytase supplementation, individually an in combination with glycanase, on the nutritive value of wheat and barley. **Poultry Science**, v.78, n.11, p.1588-1595, 1999.

- ROSTAGNO, H.S. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252 p.
- RUNHO, R.C., GOMES, P.C., ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de Fósforo Disponível para Frangos de Corte Machos e Fêmeas de 1 a 21 Dias de Idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.30. p.187-196, 2001.
- SÁ, L.M. et al. Exigência Nutricional de Cálcio para Frangos de Corte, na Fases de Crescimento e Terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.2. p.397-406, 2004.
- SANTOS, F.R. et al. Effect of phytase supplementation in diets on nutrient digestibility and performance in broiler chicks. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 17, n. 2, p. 191-201, 2008.
- SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; FREITAS, R.T.F.; et al. Níveis de cálcio em rações de frangos de corte na fase inicial suplementadas com fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1190-1197. 2003.
- 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.
- TEICHMANN, H. F.; LÓPEZ, J.; LÓPEZ, S.E. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo em dietas com farelo de arroz integral para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 338-344, 1998.
- TINÔCO, I.F.F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v.3, n.1, p.1-26, 2001.

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 TERMONEUTRO

RESUMO

O presente estudo foi conduzido para avaliar o efeito da redução dos níveis de fósforo disponível (Pd) em rações suplementadas com 500 FTU/kg de fitase exógena sobre o desempenho, as características de carcaça e a mineralização óssea de frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro. Foram utilizados 336 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, cujo peso médio inicial foi de $0,949 \pm 0,01$ Kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, que foram assim distribuídos: um controle positivo (0,354 e 0,309% de fósforo disponível sem adição de fitase exógena para o período de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade, respectivamente) os demais tratamentos foram suplementados com 500 FTU/kg de fitase exógena Quantum Blue® e redução dos níveis de Pd (0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% e 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106% para as fases crescimento e final, respectivamente), oito repetições e sete aves por unidade experimental. As rações experimentais foram formuladas de acordo com Rostagno et al. (2011), exceto para os níveis de Pd. A temperatura e umidade relativa do ar durante todo o período experimental mantiveram-se em $22,2 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $55,8 \pm 5,9\%$, respectivamente. Foi constatada a eficiência da fitase em hidrolisar o P fítico das rações com níveis decrescentes de Pd mantendo o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça inalterados. Não foi observada variação ($P > 0,05$) sobre a concentração de cinzas, de cálcio e de fósforo nas tíbias. Conclui-se que a redução dos níveis de Pd de 0,354% para 0,112 e 0,106% em rações com inclusão de 500 FTU/Kg de fitase, variando a relação Ca:P, atendeu as exigências nutricionais de frangos de corte de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade, respectivamente, em ambiente termoneutro.

Palavras chave: Ambiente térmico, termoneutralidade, desempenho, rendimento de carcaça, mineralização óssea.

**AVAILABLE PHOSPHORUS IN DIETS SUPPLEMENTED WITH PHYTASE,
VARYING THE Ca: aP RATIO, FOR MALE BROILERS FROM
22 TO 42 DAYS OF AGE UNDER THERMONEUTRAL CONDITIONS**

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of reducing the available phosphorus levels (aP) in diets supplemented with 500 FTU/kg of exogenous phytase on broilers from 22 to 42 days of age, under thermoneutral conditions, over performance, carcass characteristics and bone mineralization. A total of 336 male broiler chickens, Cobb, with a initial body weight of 949 ± 10 g, were used. At 22 days of age the birds were distributed in a complete randomised experimental design composed of 6 treatments, being one a positive control (0,354 and 0,309% of available phosphorus without exogenous phytase addition from 22 to 33 and 34 to 42 days of age respectively) and the 5 others supplemented with 500 FTU/Kg of exogenous phytase Quantum Blue® and reduced aP levels (0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% and 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106% for grower and finisher phases, respectively), with eight replicates and seven birds per replicate. The experimental diets were formulated according to Rostagno et al. (2011) to all nutrients, except for the aP levels. Throughout the entire experimental period birds were kept in bioclimatic chambers with air temperature and relative humidity of 22.2 ± 0.5 ° C and $55.8 \pm 5.9\%$, respectively. The exogenous phytase efficiency in hydrolyze the phytic P present in the feeding ingredients used was noticed though maintaining the feed intake, body weight gain, feed conversion ratio and carcass yield unchanged. No variation was observed ($P > 0.05$) on the tibia ash concentration, and calcium and phosphorus in the tibia. Based on these results from this study we can infer that the reduction in phosphorus levels from 0.354% to 0.112 and 0.106% in diets with addition of 500 FTU / kg, phytase varying the Ca:aP ratio, was able to meet the nutritional exigency of broilers from 22 to 33 and 34 to 42 days of age, respectively, on thermoneutral environmental condition.

Key words: Bone mineralization, carcass yield, performance, thermal environment, thermoneutrality.

INTRODUÇÃO

A alimentação das aves é constituída basicamente por ingredientes de origem vegetal, principalmente milho e farelo de soja, cujo fósforo encontra-se na forma P fítico, com isso há uma redução no aproveitamento de fósforo pelas aves. Sendo assim, faz-se necessário a inclusão de fósforo inorgânico na dieta de frangos de corte.

Na atual conjuntura, busca-se por alternativas na indústria avícola que torne esta atividade sustentável e economicamente viável. As aves caracterizam-se por apresentar baixa ou nenhuma atividade da enzima fitase acarretando em uma elevação na excreção de fósforo, causando graves consequências ao meio ambiente, contaminando solos e até mesmo o lençol freático.

A fitase tem sido a alternativa utilizada por diversos pesquisadores, segundo Santos et al. (2004) a adição de enzimas permite o emprego de alguns ingredientes, muitas vezes, disponíveis e de utilização limitada, devido à sua composição química, ou à presença de inibidores nutricionais, os ingredientes ricos em fósforo fítico. Segundo Qian et al. (1996) a adição de fitase permite que aves absorvam o fósforo de maneira eficiente, reduzindo necessidade de suplementação de fósforo inorgânico, melhorando o ganho de peso, conversão alimentar, o consumo de ração e a mineralização óssea.

A fitase tem a capacidade de hidrolisar o fitato em uma série de ésteres de fosfatos de mio-inositol menores, e posteriormente a liberação de seis fósforos inorgânicos (Selleet al. 2005). A atividade desta enzima é expressa em FTU ou simplesmente U, unidade ativa, definida como a quantidade de enzima necessária para liberar um micromol de fósforo em um minuto em substrato de sódio de fitato à temperatura de 37°C e pH 5,5.

Outro aspecto relevante na produção de frangos de corte, animais homeotérmicos, é a condição ambiental a que as aves estão submetidas, certificando-se de que estejam em um ambiente térmico que garanta a manutenção do seu meio interno e que possam expressar seu máximo potencial genético de produção.

Diante do exposto, este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a o efeito de rações com níveis reduzidos de fósforo disponível com a inclusão de fitase exógena sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e dos cortes nobres e as concentrações de cinzas, de cálcio e de fósforo nos ossos de frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro.

Material e métodos

Todos os procedimentos executados no presente experimento foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética para Uso de Animais da Universidade Federal de Viçosa, sob protocolo de número 27/2012, atendendo aos princípios éticos da experimentação animal pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal.

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

Para execução do experimento foram utilizados 336 frangos de corte machos da linhagem Cobb, cujo peso inicial foi de $0,949 \pm 0,001$ kg, devidamente vacinados contra a doença de Marek, as aves foram mantidas em ambiente termoneutro dos 22 aos 42 dias de idade.

Ao decorrer do período pré-experimental, fase pré-inicial (1 a 7 dias) e inicial (8 a 21 dias) as aves foram alojadas em galpão convencional, sendo manejadas de acordo com Albino & Tavernari (2010) e receberam ração à vontade e formulada para atender suas exigências nutricionais, segundo Rostagno et al (2011).

Ao completarem 22 dias de idade, as aves foram pesadas e transferidas para as câmaras bioclimáticas, onde foram alojadas em gaiolas com área de $0,72$ m² e piso telado, dotadas de comedouros tipo calha e bebedouros tipo nipple. As salas foram climatizadas com temperatura e umidade relativa do ar que proporcionassem condições de termoneutralidade às aves.

O monitoramento das condições ambientais no interior das salas foi diário, sendo realizado duas vezes ao dia (07h:00min e 18h:00min), por meio de termômetros de bulbo seco, bulbo úmido e globo negro, posicionados no centro da sala. Posteriormente, esses dados foram usados para calcular o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), conforme proposto por Buffington et al. (1981).

O programa de luz empregado foi contínuo (24 horas de luz artificial), a partir de três lâmpadas fluorescentes de 45 watts por sala. As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos, que foram assim distribuídos: um controle positivo (0,354 e 0,309% de fósforo disponível sem inclusão de fitase exógena para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade, respectivamente) e cinco rações com inclusão de fitase exógena Quantum Blue[®] (500

FTU) e redução dos níveis 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 de idade, respectivamente) (Tabelas 1 e 2), sendo utilizadas oito repetições e sete aves por unidade experimental, sendo esta representada pela gaiola.

A ração basal composta basicamente por milho e farelo de soja, foi formulada para atender as exigências nutricionais das aves, de acordo com Rostagno et al. (2011), com exceção para fósforo disponível. Os tratamentos consistiam na retirada de fosfato bicálcico e na adição de calcário às rações em substituição ao inerte, variando a relação cálcio:fósforo disponível (Ca:Pd). O fornecimento de água e ração para as aves foi à vontade durante o período experimental. A ração ofertada, os desperdícios e as sobras das rações experimentais foram pesadas periodicamente durante o período experimental e os dados utilizados para calcular o consumo de ração (CR). Para obter o ganho de peso (GP), as aves foram pesadas no início (22 dias) e no final do período experimental (42 dias de idade). O cálculo da conversão alimentar foi realizado a partir dos dados de CR e GP.

No final do período experimental (42º dia) as aves foram pesadas e quatro animais por unidade experimental, com o peso mais próximo a média da gaiola ($\pm 10\%$), foram submetidas a jejum alimentar de 12 horas. Posteriormente, as aves foram insensibilizadas pela técnica de eletronarcose (corrente elétrica de 60 V) e abatidas por sangria mediante corte da artéria jugular. Em seguida as aves foram depenadas e evisceradas. Das aves selecionadas, duas com peso mais próximo à média foram pesadas para determinar o peso relativo da carcaça. Para calcular o peso relativo dos cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) considerou-se o peso da carcaça inteira, incluindo os pés e cabeça. As duas aves selecionadas restantes foram utilizadas para determinação da matéria mineral e, para tal, foi realizada a remoção da tíbia esquerda, formando um “pool” de duas amostras por repetição, que foram devidamente congeladas para posterior análise laboratorial.

Posteriormente, as tíbias foram descongeladas, descarnadas e pré-secadas em estufa a 65°C por um período de 72 horas. Em seguida, as amostras foram parcialmente desgorduradas em extrator Soxhlet, pelo método a quente, como descrito por Silva & Queiroz (2002) e secas em estufa a 65°C por 12 horas, posteriormente foram trituradas em moinho tipo bola. As análises laboratoriais para determinação da matéria mineral, dos teores de P e de Ca das rações experimentais e dos ossos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências

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

Ingrediente (%)	Tratamento					
	Controle positivo (CP)	T1	T2	T3	T4	T5
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
Fosfato bicálcico	1,311	1,311	0,987	0,657	0,333	0,000
Calcário	0,889	0,889	1,100	1,314	1,525	1,741
Inerte¹	0,060	0,050	0,163	0,279	0,392	0,509
Fitase²	-	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
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 ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento vitamínico ⁴	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Coccidiostático ⁵	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 ⁶	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Antioxidante ⁷	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada ⁸						
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
Fósforo Total (%)	0,578	0,578	0,521	0,460	0,400	0,339
Cálcio (%)	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758
Fósforo disponível (%)	0,354	0,354	0,294	0,233	0,173	0,112
Relação Ca:Pd	2,14	2,14	2,58	3,25	4,38	6,77

¹Areia Lavada.

²Fitase comercial – 500 FTU/kg

³Composição 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.

⁴Composição 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.

⁵ Salinomicina sódica – 60 ppm.

⁶Surmax – 10 ppm.

⁷ Hidroxibutiltolueno – BHT.

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

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

Ingrediente (%)	Tratamento					
	CP	T1	T2	T3	T4	T5
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
Fosfato bicálcico	1,096	1,096	0,820	0,545	0,269	0,000
Calcário	0,796	0,796	0,975	1,154	1,333	1,508
Inerte¹	0,060	0,050	0,147	0,243	0,340	0,434
Fitase²	-	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
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 ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento vitamínico ⁴	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Coccidiostático ⁵	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 ⁶	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Antioxidante ⁷	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada ⁸						
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
Fósforo Total (%)	0,532	0,532	0,481	0,430	0,379	0,329
Cálcio (%)	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663
Fósforo disponível (%)	0,309	0,309	0,258	0,207	0,156	0,106
Relação Ca:Pd	2,15	2,15	2,57	3,20	4,25	6,25

¹Areia Lavada.

²Fitase comercial – 500 FTU/kg

³Composição 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.

⁴Composição 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.

⁵ Salinomicina sódica – 60 ppm.

⁶Surmax – 10 ppm.

⁷ Hidroxibutiltolueno – BHT.

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

Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG, como proposto por Detmann et al. (2012).

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 SAS(Statistical Analysis System) (2009). 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 a umidade relativa do ar foram, respectivamente $22,2 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $56 \pm 5,9\%$, e o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) calculado foi de $69 \pm 0,8$. Considerando que Tinôco (2001), Cobb-Vantress (2008) e Baêta & Souza (2012) preconizaram temperatura entre 18 e 28°C e umidade relativa entre 50 e 70% , e Teixeira (1983) ITGU entre 65 e 77 como as condições adequadas para frangos de corte expressarem suas características produtivas, pode-se afirmar que nesse estudo as aves foram mantidas em ambiente de termoneutralidade.

Os resultados de desempenho de frangos de corte mantidos em ambiente termoneutro e alimentados com rações com níveis decrescentes de fósforo disponível (Pd) e suplementadas com fitase exógena, variando a relação cálcio (Ca):Pd, estão apresentados na Tabela 3.

A redução dos níveis de fósforo disponível (Pd) de até $68,4\%$ ($0,354$ para $0,112\%$) de 22 a 33 dias de idade e de até $65,7\%$ ($0,309$ para $0,106\%$) de 34 a 42 dias de idade em rações suplementadas com fitase (500 FTU/kg) não influenciou o ganho de peso (GP) dos frangos de corte. Esses resultados estão consistentes com os trabalhos conduzidos por Ceylan et al. (2012) e Naves et al. (2014) que também não observaram variação significativa no GP das aves, nos períodos, respectivamente de 21 a 40 dias de idade e de 15 a 28 dias de idade em função da redução dos níveis de Pd em rações suplementadas com fitase exógena.

Com os resultados obtidos, em que a redução dos níveis de Pd correspondeu em até $68,4\%$, ficou evidenciada a eficiência da enzima fitase em hidrolisar grupos fosfatos do ácido fítico, liberando o P em quantidades suficientes para não comprometer o GP das aves, o que confirma o anteriormente relatado por Fukayama et al. (2008), Olukosi et al. (2013), Walk et al. (2013), Lalpanmawia et al. (2014) e Liu et al. (2014).

Com base nesse relato e considerando que a suplementação de fitase não influenciou o GP das aves que receberam ração contendo níveis adequados de Pd, pode-se afirmar que o nível de Pd na ração basal foi suficiente para as aves expressarem seu máximo potencial de crescimento.

Por outro lado, Laurentiz et al. (2007), utilizando frangos de corte no período de 1 a 42 dias, observaram que a redução do nível de Pd, em rações suplementadas com fitase, influenciou negativamente o ganho de peso dos 21 aos 42 dias somente quando a restrição ocorreu no início da criação. Assim, ficou evidenciado que a restrição no

Tabela 3. Desempenho de frangos de corte machos dos 22 aos 42 dias de idade, variando a relação Ca:Pd das rações, em ambiente termoneutro

Variável	Tratamento						P-valor	CV (%)
	CP	T1	T2	T3	T4	T5		
Consumo de ração	2774	2772	2819	2784	2775	2797	0,4840	1,94
Ganho de peso (g)	1812	1832	1863	1839	1830	1838	0,7148	3,32
Conversão alimentar	1,53	1,51	1,51	1,51	1,52	1,52	0,9715	3,44

Médias seguidas por letras diferentes, dentro de uma mesma linha, diferem do T1 ($P < 0,05$) com base no teste Dunnett.

Coefficiente de variação, %; CP: Controle Positivo

Níveis de fósforo disponível (0,354; 0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% e 0,309; 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106 para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade, respectivamente.

fornecimento de Pd na fase inicial de crescimento pode comprometer o nível de redução de Pd em rações suplementadas com fitase nas fases subsequentes.

Estudos conduzidos por Viveros et al. (2002) com frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade, confirmaram a premissa de que a restrição do nível de Pd em rações suplementadas com fitase na fase inicial pode influenciar o padrão de resposta de crescimento das ave à redução de fósforo (P) nos períodos posteriores. Dessa forma, segundo esses autores a idade da ave é um fator importante a se considerar para a exigência nutricional de Pd, sendo que na fase final de criação pode ocorrer aumento no aproveitamento do fósforo complexado ao ácido fítico, em consequência da plena atividade enzimática do sistema digestivo.

O consumo de ração (CR) das aves não foi influenciado ($P>0,05$) pela redução dos níveis de Pd nas rações suplementadas com fitase. Em concordância com esse resultado Gomide et al. (2011), Santos et al. (2011), Shaw et al. (2012) e Naves et al. (2014) também não constataram variação significativa na ingestão voluntária de alimentos pelos frangos de corte em razão da redução dos níveis de Pd em rações suplementadas com fitase.

Por outro lado, em estudos conduzidos por Laurentiz et al. (2007) com frangos de corte de 1 a 42 dias de idade foi observado que a redução nos níveis de Pd em rações suplementadas com fitase, resultou em redução significativado CR das aves no período de 21 a 42 dias de idade quando a restrição ocorreu a partir da fase inicial.

Com os resultados desses autores, ficou comprovado que a idade das aves pode influenciar o nível máximo de redução de Pd em rações suplementadas com fitase, sem que ocorra comprometimento do desempenho, principalmente devido à diminuição do consumo voluntário de ração nas fases subsequentes de criação, crescimento e terminação, quando a restrição de Pd foi imposta na fase inicial.

Além desses aspectos, se considerado que a deficiência de fósforo (P) na ração pode comprometer o CR das aves, conforme observado por Ceylan et al. 2012 e Lalpanmawia et al. (2014) os resultados obtidos nesse estudo confirmaram a eficiência da fitase em hidrolisar o P fítico.

Essas restrições, quando estabelecidas durante, principalmente, a fase pré-inicial podem gerar mineralização inadequada que pode vir a comprometer o aporte desses minerais nas fases subsequentes (Angel et al., 2011), uma vez que, apenas nos primeiros 10 dias de vida a ave já deposita aproximadamente 73% das cinzas ósseas totais (Angel, 2007).

A conversão alimentar (CA) dos frangos de corte não foi influenciada ($P>0,05$) pela redução dos níveis de Pd da ração suplementada com fitase, comprovando a sua eficiência na hidrólise do P fítico. Esses dados estão condizentes com os obtidos por Viveros et al. (2002), Yu et al (2004), Ceylan et al. (2013), Walk et al. (2013) e Zeller et al. (2014) que também verificaram que a suplementação de fitase em rações com redução de Pd proporcionou resultado similar da CA das aves comparativamente ao valor obtido na ração controle.

Ainda, com relação a CA, ficou evidenciado nesse estudo que a variação de 2,14 a 6,77 observada na relação Ca:Pd não influenciou a eficiência alimentar dos frangos de corte. Em estudos conduzidos com frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade Tizziani et al. (2014) constataram que a variação da relação Ca:Pd de 2,14 a 6,77 em rações com baixo nível de Pd, com inclusão de fitase, não comprometeu a CA das aves.

Mais recentemente, Naves et al. (2015) avaliando a eficiência da suplementação de fitase em rações com diferentes relações Ca:Pd, em que o nível máximo de Ca atendia a exigência das aves (0,75%) dos 22 aos 33 dias, também constataram que o aumento da relação Ca:Pd até 7,5:1 não influenciou a eficiência da fitase. Assim, pode-se inferir que, quando o nível de Ca da ração estiver na exigência das aves, o aumento da relação Ca:Pd ocasionado pela redução do Pd da ração não interfere na eficiência da enzima fitase.

Com base nos resultados de desempenho obtidos ficou evidenciado que a inclusão de fitase nas rações experimentais possibilitou redução de 68,4 e 65,7%, respectivamente nas fases de crescimento e terminação, de fósforo não-fítico nas rações devido, principalmente, ao seu efeito positivo na hidrólise do P fítico dietético.

Os resultados encontrados de peso absoluto (g) e relativo (%) da carcaça e dos cortes nobres (peito, sobrecoxa e coxa) de frangos de corte aos 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro e alimentados com rações com níveis decrescentes de fósforo disponível (Pd) e suplementadas com fitase exógena, variando a relação cálcio (Ca):Pd, estão apresentados na Tabela 4.

Não foi observada variação ($P>0,05$) nos pesos, absoluto e relativo, da carcaça das aves que receberam a ração controle positivo em relação às demais rações com níveis reduzidos de Pd suplementadas com 500 FTU/kg de fitase exógena. De forma semelhante, Vieira et al. (2007), Junqueira et al. (2012) e Silva et al. (2012) também não observaram diferença significativa nos pesos, absoluto e relativo, da carcaça de frangos de corte que receberam rações com níveis reduzidos de Pd suplementadas com fitase.

Tabela 4 – Peso absoluto e relativo da carcaça e cortes nobres de frangos de corte machos aos 42 dias de idade, alimentados com rações variando a relação Ca:Pd, mantidos em ambiente termoneutro

Parâmetro	Tratamento						P valor	CV (%)
	CP	T1	T2	T3	T4	T5		
Peso absoluto (g)								
Carcaça	2252	2260	2293	2225	2250	2253	0,4927	3,68
Peito	790	778	810	781	797	777	0,4107	6,34
Coxa	271A	271A	278A	267A	260B	271A	0,0057	5,51
Sobrecoxa	327	329	336	324	327	326	0,5154	6,50
Peso relativo (%)								
Carcaça	84,53	84,33	83,69	83,54	83,84	83,67	0,3538	1,77
Peito	35,12	34,38	35,28	35,09	35,43	34,47	0,2185	4,61
Coxa	11,96A	12,05A	12,00A	12,12A	11,56B	12,04A	0,008	4,89
Sobrecoxa	14,51	14,58	14,67	14,54	14,51	14,48	0,8319	5,51

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; CP; Controle positivo

Níveis de fósforo disponível (0,354; 0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% e 0,309; 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106 para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade, respectivamente.

Não ocorreu variação ($P>0,05$) nos pesos, absoluto e relativo, dos cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) entre as aves que foram alimentadas com a ração controle positivo com as dos demais tratamentos com níveis decrescentes de Pd suplementadas com fitase. Esses resultados estão consistentes com os encontrados por Silva et al. (2012) e Teixeira et al. (2013) que também não observaram diferença significativa nos pesos absoluto e relativo dos corte nobres, em estudo com frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade alimentados com rações contendo baixos níveis de Pd suplementadas com 500 FTU de fitase/kg de ração.

Os dados obtidos de cortes nobres estão coerentes com o de desempenho, destacando entre eles o da CA, e comprovaram que a hidrólise do P fítico pela fitase foi suficiente para garantir a deposição de carne da carcaça. De acordo com esse relato, Pillai et al. (2006) verificaram que a suplementação de fitase preveniu o efeito negativo do baixo nível de fósforo, em rações com níveis adequados de Ca nos rendimentos de carcaça e da carne de peito dos frangos de corte.

Os resultados das características ósseas de frangos de corte mantidos em ambiente termoneutro e alimentados com rações com níveis decrescentes de Pd e suplementadas com fitase exógena, variando a relação cálcio (Ca):Pd, estão apresentados na Tabela 5.

Não foi observado efeito ($P>0,05$) da redução do nível de Pd nas rações com adição de fitase, tanto na quantidade (g) quanto na porcentagem de cinzas na tíbia dos frangos de corte. Em estudos conduzidos por Law et al. (2002), Ceylan et al. (2012), Walk et al. (2013) e Shang et al. (2015) também não foi encontrada variação significativa na porcentagem de cinzas de frangos de corte em razão da redução dos níveis de Pd em rações suplementadas com fitase. A consistência de resultados de cinzas ósseas verificada entre os estudos, confirmam o relato de Laurentiz et al. (2009), que o nível de Pd da ração pode ser diminuída com a inclusão da fitase sem comprometimento da porcentagem de cinzas nos ossos dos frangos de corte.

Considerando o relato de Lalpanmawia et al. (2014) de que as cinzas das tíbias dos frangos é um indicador sensível do status de fósforo, pode-se afirmar que nesse estudo, a fitase foi eficiente em manter a mineralização óssea mesmo com a redução dos níveis de Pd das rações.

A quantidade (g) de Ca na tíbia foi influenciada ($P<0,05$) pela redução do nível de Pd da ração, com as aves que receberam as rações com os menores níveis de Pd nos períodos de 22 a 33 e de 34 a 42 dias de idade, cujas reduções corresponderam,

Tabela 5. Variáveis ósseas de frangos de corte machos dos 22 aos 42 dias de idade, variando a relação Ca:Pd das rações, em ambiente termoneutro

Variável	Tratamento						P-valor	CV (%) ¹
	CP	T1	T2	T3	T4	T5		
Cinzas (g)	2,969	2,910	2,923	2,788	2,995	2,683	0,5267	9,844
Cinzas (%)	45,47	46,39	45,37	45,32	45,71	44,99	0,7493	4,559
Cálcio (g)	0,953 A	0,971 A	0,925 A	0,865 A	0,912 A	0,839 B	0,0018	11,436
Cálcio (%)	14,79	15,32	14,37	14,05	14,48	14,02	0,0037	8,623
Fósforo (g)	0,531	0,564	0,549	0,481	0,526	0,481	0,1549	13,723
Fósforo (%)	8,14	9,02	8,53	7,86	8,06	8,09	0,1871	12,673
Relação Ca:P	1,84	1,71	1,71	1,80	1,81	1,76	0,6415	12,070

Médias seguidas por letras diferentes, dentro de uma mesma linha, diferem do CP ($P < 0,05$) com base no teste Dunnett.

Coefficiente de variação, %; CP; Controle positivo

Níveis de fósforo disponível (0,354; 0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% e 0,309; 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106 para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade, respectivamente.

respectivamente, a 68,4 e 65,7%, apresentando menor valor em relação às alimentadas com a ração controle (0,839 x 0,952g). De forma similar Schoner et al. (1993) e Shoulten et al. (2001) também verificaram diminuição significativa na quantidade de Ca nos ossos de frangos de corte devido à redução do nível de Pd com adição de fitase.

Coerente com esses resultados, em estudo conduzido com frango de corte Viveros et al. (2002) verificaram que a melhora ocorrida na retenção de Ca e P devido à inclusão de fitase na ração não proporcionou aumento nas concentrações desses minerais nas cinzas das tíbias. Nesse mesmo sentido, Fukayama et al. (2008), constataram que a redução na porcentagem de Ca, não resultou em alteração na porcentagem de cinzas na tíbia de frangos de corte, alimentados com rações com baixos níveis de Ca e P suplementadas com fitase. Mais recentemente, Naves et al. (2015) também verificaram que a quantidade de cinzas na tíbia de frangos de corte não foi estritamente correlacionada com a deposição de Ca e P no osso.

Assim, tendo como base o fato de que a formação e manutenção da estrutura óssea constituem as mais importantes funções quantitativas do Ca e do P no organismo (Viveros et al. 2002), pode-se inferir que a redução da quantidade absoluta de Ca na tíbia verificada neste estudo, não foi suficiente para comprometer a quantidade de cinzas e conseqüentemente a mineralização óssea. Dessa forma, considerando a relação existente entre o Ca e o P no metabolismo ósseo, pode-se deduzir que, a sua redução na tíbia dos frangos, a despeito do seu nível não ter variado entre as rações, pode estar relacionada, em parte, à diminuição do nível de Pd na ração.

O peso relativo (%) do Ca na tíbia de frangos de corte não variou ($P>0,05$) independente do tratamento testado quando comparado ao controle positivo. Esses resultados estão coerentes com os obtidos por Viveros et al. (2002), Catalá-Gregori et al (2007) e Lalpanmawia et al. (2014). Assim, ficou evidenciado que a redução da quantidade (g) de Ca não alterou significativamente a porcentagem de Ca na tíbia dos frangos de corte.

Os níveis decrescentes de Pd das rações com adição de fitase exógena não influenciaram ($P>0,05$) a quantidade (g) e a porcentagem do P na tíbia dos frangos de corte que receberam a ração controle positivo em comparação aos demais tratamentos assim, de maneira similar ao desempenho, a redução no nível de Pd da ração na ordem de 68,4 e 65,7% para os períodos, respectivos, de 22 a 33 e de 34 a 42 dias de idade, com a suplementação de fitase, não comprometeu a deposição de P na

tíbia. Resultados semelhantes foram relatados por Lan et al. (2002), Ceylan et al. (2012) e Lalpanmawia et al. (2014).

Em contrapartida, Laurentiz et al. (2007), ao reduzirem o nível de Pd na ração de frangos de corte no período de 22 a 35 e de 36 a 42 dias em, respectivamente, 59 e 63%, constataram redução no teor de P nas tíbias apesar da inclusão de fitase exógena.

A divergência de resultados entre os estudos pode estar associada, entre outros fatores, às diferenças no nível de Ca e do tipo da fitase utilizada nas rações. Em estudos conduzidos com frangos de corte utilizando rações com elevadas concentrações de Ca Qian et al. (1996) constataram a formação do complexo Ca-fitato, com o Ca competindo pelo sítio ativo da enzima fitase na molécula de fitato reduzindo, assim, a disponibilidade do P fítico, ocasionando maior precipitação e excreção desses minerais. Tamin et al. (2004) confirmaram que baixo nível de Ca na ração aumentava significativamente a degradação do ácido fítico tanto pela fitase exógena quanto pela endógena.

Com relação à diferença de ação das fitases, em estudos conduzidos com frangos de corte dos 22 aos 33 dias, Naves et al. (2015) verificaram a variação nos coeficientes de retenção de Ca, P e nitrogênio em função do tipo da fitase microbiana utilizada, o que segundo Mullaney & Ullah (2003) pode ser justificado pela variação na estrutura e capacidade catalítica das diferentes fitases.

A relação Ca:Ca na tíbia das aves que receberam níveis reduzidos de Pd, em rações com adição de fitase, não variou ($P > 0,05$) em comparação às alimentadas com a ração controle positivo. Essa resposta pode ser explicada, entre outros fatores, pela eficiência da fitase em hidrolisar o P fítico garantindo a disponibilidade de P simultaneamente à de Ca e ao mecanismo de controle homeostático de Ca e P, controlado pelos hormônios: colecalciferol, paratormônio e calcitonina, que são capazes de induzir a um aumento na absorção desses minerais (Schoultens et al., 2002). Sendo assim, considerando que a relação Ca:Ca nas rações experimentais variou de 2,14 a 6,77, pode-se afirmar, com base nos resultados obtidos, que há relação de interdependência na proporção de 1,75:1 na deposição desses minerais no osso.

CONCLUSÃO

A inclusão de fitase em 500 FTU/kg de fitase na ração possibilitou a redução do níveis de Pd em 67,05% em rações para frangos de corte no período, de 22 a 42 dias de idade, sem comprometer o desempenho, o rendimento de carcaça e cortes nobres e as características ósseas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C. Produção e manejo de frangos de corte. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 88 p, 2010.
- ANGEL, R. Metabolic Disorders: Limitations to Growth of and Mineral Deposition into the Broiler Skeleton after Hatch and Potential Implications for Leg Problems. **Poultry Science**, v. 16, 138-149, 2007.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. Ambiência em construções rurais: conforto animal. Viçosa: Editora UFV, 2012, 269p.
- 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.
- CATALÁ-GREGORI, P.; GARCÍA, V.; MADRID, J.; et al. Response of broilers to feeding low-calcium and total phosphorus wheatsoybeanbased diets plus phytase: Performance, digestibility, mineral retention and tibiotarsus mineralization. **Canadian Journal of Animal Science**, v.87, p.563-569, 2007.
- CEYLAN, N.; CANGIR, S.; CORDUK, M.; et al. The effects of phytase supplementation and dietary phosphorus level on performance and tibia ash and phosphorus contents in broilers fed maize-soya-based diets. **Journal of Animal and Feed Sciences**, 21, 2012, 696–704.
- COBB-VANTRESS. Broiler performance and nutrition supplement: Cobb 700. (Cobb-Vantress, Inc., Siloam Springs, AR). 2008.
- COWIESON, A.J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M.R. Phytic Acid and Phytase: Implications for Protein Utilization by Poultry. **Poultry Science**, 85, 878-885, 2006.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; FILHO, S.C.V.; et al. Métodos para análises de alimentos. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012, 214p.

- FUKAYAMA, E.H.; SAKOMURA, N.K.; DOURADO, L.R.B.; et al. 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.
- GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P. B.; BERTECHINI, A.G. et al. Rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo com fitase e aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2405-2414, 2011.
- JUNQUEIRA, O.M.; DUARTE, K.F.; ASSUENA, V.; et al. Effect of phytase supplementation on performance, bonedensitometry and carcass yield in broilers chicks. **Acta Scientiarum AnimalScience**, v.33, p.301-307, 2011.
- LALPANMAWIA, H.; ELANGO VAN, A.V.; SRIDHAR, M.; et al. Efficacy of phytase on growth performance, nutrient utilization and bone mineralization in broiler chicken. **Animal Feed Science and Technology**.xxx, 2014 xxx-xxx.
- LAN, G.Q.; ABDULLAH, N.; JALALUDIN, S. et al. Efficacy of supplementation of a phytase-producing bacterial culture on the performance and nutrient use of broiler chickens fed cornsoybean meal diets. **Poultry Science**, v.81, p.1522-1532, 2002.
- LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S.; et al. 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.
- LIU, S.Y.; CADOGAN, D.J.; PÉRON, A.; et al. Effects of phytase supplementation on growth performance, nutrient utilization and digestive dynamics of starch and protein in broiler chickens offered maize-, sorghum- and wheat-based diets. **Animal Feed Science and Technology**. 197, 2014, 164-175.
- MULLANEY, E.J.; ULLAH, A.H.J. The term phytase comprises several different classes of enzymes. **Biochemical and Biophysical Research Communications**.312, 179-184, 2003.

- NAVES, L.P.; RODRIGUES, P.B. TEIXEIRA, L. V. et al. Increasing levels of phytase in diets formulated with reduced available phosphorus content supplied to male and female broilers. **Ciência Rural**, v.44, n.8, ago, 2014.
- NAVES, L.P.; RODRIGUES, P.B. TEIXEIRA, L.V. et al. Efficiency of microbial phytase supplementation in diets formulated with different calcium:phosphorus ratios, supplied to broilers from 22 to 33 days old. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 99, 139-149, 2015.
- OLUKOSI, O.A.; KONG, C.; FRU-NJI, F.; et al. Assessment of a bacterial 6-phytase in the diets of broiler chickens. **Poultry Science**, v.92, p.2101-2108, 2013.
- PILLAI, P.B.; O'CONNOR-DENNIE, T.; OWENS, C.M.; et al. 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.
- QIAN, H.; VEIT, H.P.; KORNEGAY, E.T.; et al. 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.
- 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.
- SANTOS, R.; ZANELLA, I.; BONATO, E.L.; et al. Diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em dietas com farelo de arroz integral e enzimas sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, v.34, n.2, mar-abr, 2004.
- SANTOS, F.R. et al. Effect of phytase supplementation in diets on nutrient digestibility and performance in broiler chicks. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 17, n. 2, p. 191-201, 2008.
- SANTOS, L.M.S.; 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.

- SAS Institute. 2009. SAS/STAT User's Guide: Statistics. Version 9.2 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- SCHONER, F.P.; HOPPE, P.P.; SCHWARZ, G. et al. Effects of microbial phytase and inorganic phosphate in broiler chickens: performance and mineral retention at various calcium levels. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.69, p.235-244, 1993.
- SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; BERTECHINI, A.G.; et al. Efeito dos níveis de cálcio sobre a absorção de minerais em dietas iniciais para frangos de corte suplementadas com fitase. **Ciência agrotécnica**, Lavras. V.26, n.6, p.1313-1321, 2002.
- SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R.; et al. Efficacy of Supplemental Microbial Phytase at Different Dietary Calcium Levels on Growth Performance and Mineral Utilization of Broiler Chickens. **Poultry Science**, 75, 1516-1523, 1996.
- SELLE, P.H., RAVINDRAN, V., RAVINDRAN, G.; et al. Amino acid digestibility and growth performance interactions to phytase and lysine supplementation of lysine-deficient broiler diets. **Proc. Aust. Poult. Sci. Symp.** 17, 234–237, 2005.
- SELLE, P.H.; COWIESON, A.J.; COWIESON, N.P.; et al. Protein–phytate interactions in pig and poultry nutrition: a reappraisal. **Nutrition Research Reviews**, V. 25, Issue 01, June 2012, p 1-17, 2012.
- SHANG, Y.; ROGIEWICZ, A.; PATTERSON, R.; et al. The effect of phytase and fructooligosaccharide supplementation on growth performance, bone quality, and phosphorus utilization in broiler chickens. **Poultry Science**, 00, 1-10, 2015
- SHAW, A.L.; MACKLIN, K.S.; BLAKE, J.P. Phytase Supplementation in a Reduced Calcium and Phosphorus Diet Fed to Broilers undergoing an *Eimeria* Challenge. **Japan Poultry Science Association**, 49, 178-182, 2012
- SHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; CONTE, A.J. Efeito dos níveis de cálcio da ração suplementada com fitase, sobre a absorção de minerais em frangos de corte aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Suplemento 3, p. 15, 2001.

- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**.3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; ZANGERONIMO, M.G.; et al. Redução de proteína e fósforo em dietas com fitase para frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v.64, n.1, p.127-136, 2012
- 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, V.H. Estudos dos índices de conforto em duas instalações de frango de corte para as regiões de Viçosa e Visconde do Rio Branco, MG. 1983. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- TEIXEIRA, E.N.M.; SILVA, J.H.V.; GOULART, C.C.; et al. Suplementação da fitase em rações com diferentes níveis de fósforo disponível para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, p.390-397, 2013.
- TINÔCO, I.F.F. Resfriamento Adiabático Evaporativo na Produção de Frangos de Corte. Viçosa. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- TIZZIANI, T.; BALBINO, E.M.; AZEVEDO, C.P.F.; et al. Efeito do uso de fitase em rações com diferentes níveis de fósforo disponível sobre a mineralização óssea de frangos de corte criados em estresse por calor. I Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável III Congresso Internacional de Agropecuária Sustentável. Viçosa, MG, 2014.
- VIEIRA, A.R.; RABELLO, C.B.; LUDKE, M.C.M.M.; et al. 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.; et al. 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.

- WALK, C.L.; BEDFORD, M.R.; SANTOS, T.S.; et al. Extra-phosphoric effects of superdoses of a novel microbial phytase. **Poultry Science**, 92, 719-725, 2013
- YU, B.; JAN, Y.; CHUNG, T. et al. Exogenous phytase activity in the gastrointestinal tract of broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v.117, p.295-303, 2004.
- ZELLER, E.; SCHOLLENBERGER, M.; KÜHN, I.; et al. Hydrolysis of phytate and formation of inositol phosphate isomers without or with supplemented phytases in different segments of the digestive tract of broilers. **Journal of Nutritional Science**, vol. 4, e1, 2015.

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 TERMONEUTRO

RESUMO: Um experimento foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da redução de fósforo disponível (Pd) em dietas suplementadas com 500 FTU/kg de fitase exógena sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a mineralização óssea de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro. Foram utilizados 336 frangos de corte machos, da linhagem Cobb, cujo peso médio inicial foi $0,963 \pm 0,001$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em seis tratamentos, que ficaram assim constituídos: um controle positivo (0,354 e 0,309% de Pd sem inclusão de fitase para as fases de crescimento e final, respectivamente), e os demais tratamentos com inclusão de fitase Quantum Blue[®] (500 FTU/kg) e níveis decrescentes de Pd (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 crescimento e final, respectivamente), oito repetições e sete aves por unidade experimental. As rações experimentais foram formuladas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011), com exceção para Pd e Ca. A temperatura e a umidade relativa do ar durante o período experimental mantiveram-se $22,1 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e $64,4 \pm 10,3\%$, respectivamente. Foi constatada eficiência da fitase em hidrolisar o P fítico das dietas com níveis decrescentes de Pd mantendo o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça inalterados. Foi observada variação nos tratamentos sobre a concentração de cinzas, em que o grupo de aves que recebeu rações com níveis de 0,112 e 0,106%, respectivamente nas fases de crescimento e final apresentaram menores valores, entretanto a deposição de fósforo na tíbia não foi influenciada pelos tratamentos. Conclui-se que a redução dos níveis de Pd de 0,354 e 0,309% para 0,173 e 0,156% em rações com adição 500 FTU/kg fixando a relação Ca:P em 2,1:1, atende às exigências nutricionais de frangos de corte de 22 a 33 e 34 a 42 dias, respectivamente, em ambiente termoneutro.

Palavras chave: Ambiente térmico, termoneutralidade, desempenho, rendimento de carcaça, mineralização óssea.

**AVAILABLE PHOSPHORUS IN DIETS SUPPLEMENTED WITH PHYTASE
KEEPING THE RELATION Ca:P FIXED FOR MALE BROILERS FROM 22
TO 42 DAYS OF AGE UNDER THERMONEUTRAL CONDITIONS**

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of reducing the available phosphorus levels (aP) in diets supplemented with 500 FTU/kg of exogenous phytase on broilers from 22 to 42 days of age, under thermoneutral conditions, over performance, carcass characteristics and bone mineralization. A total of 336 male broiler chickens, Cobb, with a initial body weight of $0,963 \pm 0,01$ kg, were used. At 22 days of age the birds were distributed in complete randomized experimental design composed of six treatments being one a positive control (0,354 and 0,309 of available phosphorus without exogenous phytase addition from 22 to 33 and 34 to 42 days of age, respectively) and the five others supplemented with 500 FTU/kg of exogenous phytase Quantum Blue® and reduced aP levels (0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% and 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106% for grower and finisher phases, respectively), with eight replicates and seven birds per replicate. The experimental diets were formulated according to Rostagno et al. (2011) to all nutrients, except for the aP and Ca. Throughout the entire experimental period birds were kept in bioclimatic chambers with air temperature and relative humidity of $22,1 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ and $64,4 \pm 10,3\%$, respectively. The exogenous phytase efficiency in hydrolyze the phytic P present in the feeding ingredients used was noticed though maintaining the feed intake, body weight gain, feed conversion ratio and carcass yield unchanged. Was observed variation ($P < 0,05$) on the tibia ash concentration, wherein the group receiving diets with levels of 0,112 and 0,106%, respectively in the phases of grower and finisher presented lower values, however phosphorus deposition in bone was not affected by treatments. Based on these results from this study we can infer that reduction of aP in levels of 0,173 and 0,156% in diets with addition 500 FTU/kg exogenous phytase fixing the relation Ca:P in 2,1:1, was able to meet the nutritional exigency of broilers from 22 to 33 and 34 to 42 days of age, respectively, on thermoneutral environmental condition.

Key words: Thermal environment, thermoneutral, performance, carcass yield, bone mineralization.

INTRODUÇÃO

A alimentação das aves é constituída basicamente por ingredientes de origem vegetal, principalmente milho e farelo de soja, em que fósforo encontra-se complexo à molécula de fitato, com isso há uma redução no aproveitamento de fósforo pelas aves. Sendo assim, faz-se necessário a inclusão de fósforo inorgânico na dieta de frangos de corte.

O ácido fítico é um complexo orgânico responsável pela armazenagem de fósforo nas plantas. No organismo de animais monogástricos o fitato atua como fator antinutricional, pois complexa-se ao fósforo da dieta sendo necessária a suplementação com fósforo inorgânico na ração. Além de complexar ao fósforo, causando graves impactos ambientais, a molécula de fitato é capaz de complexar com outros minerais (Ca, Mg, Zn e Fe) e aminoácidos.

Visando a redução nos custos de produção, o enfoque das pesquisas atuais tem sido a busca por melhorias na eficiência de utilização dos alimentos, associada ao menor impacto ambiental, baseado no conhecimento da disponibilidade de nutrientes provenientes dos ingredientes da ração que atende às exigências nutricionais LAURENTIZ et al. (2007). A fitase é uma alternativa para a redução da suplementação de fósforo inorgânico e proteína nas dietas de aves e suínos. Assim, a suplementação com enzima tem sido alvo de pesquisas na nutrição de monogástricos.

A fitase (hexafosfato de mio-inositol fosfohidrolase) catalisa a reação de desfosforilação do ácido fítico em ésteres de fosfato de mio-inositol menores e P inorgânico. A atividade desta enzima é expressa em FTU ou simplesmente U, unidade ativa, definida como a quantidade de enzima necessária para liberar um micromol de fósforo em um minuto em substrato de sódio de fitato à temperatura de 37°C e pH 5,5.

Outro aspecto relevante na produção de frangos de corte, animais homeotérmicos, é a condição ambiental a que as aves estão submetidas, certificando-se de que estejam em ambiente térmico que garanta a manutenção do seu meio interno e que possam expressar seu máximo potencial genético de produção.

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

Material e métodos

Todos os procedimentos executados no presente experimento foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética para Uso de Animais da Universidade Federal de Viçosa, sob protocolo de número 27/2012, atendendo aos princípios éticos da experimentação animal pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal.

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

Para execução do experimento foram utilizados 336 frangos de corte machos da linhagem Cobb, cujo peso inicial foi $0,963 \pm 0,001$ kg, devidamente vacinados contra a doença de Marek, as aves foram mantidas em ambiente termoneutro dos 22 aos 42 dias de idade.

Ao decorrer do período experimental, fase pré-inicial (1 a 7 dias) e inicial (8 a 21 dias de idade) as aves foram alojadas em galpão convencional, sendo manejadas de acordo com Albino & Tavernari (2010). O fornecimento de água e de ração foi à vontade, a ração foi formulada para atender as exigências nutricionais das aves, segundo Rostagno et al. (2011).

Ao completarem 22 dias de idade, as aves foram pesadas e transferidas para as câmaras bioclimáticas, onde foram alojadas em gaiolas metálicas com área de $0,72 \text{ m}^2$ e piso telado, dotadas de comedouros tipo calha e bebedouros tipo nipple. As salas foram climatizadas com temperatura e umidade relativa do ar que proporcionassem condições de termoneutralidade às aves.

O monitoramento do ambiente no interior das salas foi diário, sendo realizado duas vezes ao dia (07h:00min e 18h:00min) por meio de termômetros de bulbo seco e úmido e de globo negro, posicionados no centro da sala. Posteriormente, esses dados foram usados para calcular o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), conforme proposto por Buffington et al. (1981).

O programa de luz empregado foi contínuo (24 horas de luz artificial), a partir de três lâmpadas fluorescentes de 45 watts por sala. As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, em seis tratamentos que ficaram assim constituídos: um controle positivo (0,354 e 0,309% de fósforo disponível sem inclusão de fitase exógena para as fases de 22 a 33 e de 34 a 42 dias de idade,

respectivamente), e mais cinco rações com inclusão de fitase exógena Quantum Blue® (500 FTU/Kg) e redução do nível de Pd (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) (Tabelas 1 e 2), oito repetições e sete aves por unidade experimental, sendo esta representada pela gaiola.

A ração basal composta basicamente por milho e farelo de soja, foi formulada para atender as exigências nutricionais das aves, de acordo com Rostagno et al. (2011), com exceção para fósforo disponível e cálcio. Os tratamentos consistiam na retirada de fosfato bicálcico e calcário das rações em substituição ao inerte, mantendo-se fixa a relação Ca:Pd. O fornecimento de água e de ração para as aves foi à vontade ao durante o período experimental. A ração ofertada, os desperdícios e as sobras de rações experimentais foram pesadas periodicamente durante todo o período experimental, e os dados foram para calcular o consumo de ração (CR). Para obter o ganho de peso (GP) as aves foram pesadas ao início (22 dias) e ao final do período experimental (42 dias de idade). O cálculo da conversão alimentar (CA) foi realizado a partir dos dados de CR e GP.

Ao final do período experimental (42º dia) as aves foram pesadas e quatro animais por unidade experimental, com o peso mais próximo a media da gaiola ($\pm 10\%$), foram submetidas a jejum alimentar de 12 horas. Posteriormente, as aves foram insensibilizadas pela técnica de eletronarcose (corrente elétrica de 60 V) e abatidas por sangria mediante corte da artéria jugular. Em seguida as aves foram depenadas e evisceradas. Das aves selecionadas, duas com peso mais próximo à média foram pesadas para determinar o peso relativo da carcaça. Para calcular o peso relativo dos cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) considerou-se o peso da carcaça inteira, incluindo os pés e cabeça. As duas aves selecionadas restantes foram utilizadas para determinação de matéria mineral e, para tal, foi realizada a remoção da tíbia esquerda, formando um “pool” de duas amostras por repetição, que foram devidamente congeladas para posterior análise laboratorial.

Posteriormente, as tíbias foram descongeladas, descarnadas e pré-secadas em estufa a 65°C por um período de 72 horas. Em seguida, foram parcialmente desengorduradas em extrator Soxhlet, pelo método à quente, como descrito por Silva& Queiroz (2002) e secos em estufa a 65°C por 12 horas, posteriormente foram trituradas em moinho tipo bola. As análises laboratoriais para determinação da matéria mineral, dos teores de P e Ca das rações experimentais e dos ossos foram realizadas no

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

Ingrediente (%)	Tratamento					
	Controle Positivo (CP)	T1	T2	T3	T4	T5
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
Fosfato bicálcico	1,311	1,311	0,987	0,657	0,333	0,000
Calcário	0,889	0,889	0,757	0,627	0,496	0,367
Inerte¹	0,060	0,050	0,506	0,966	1,421	1,883
Fitase²	-	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
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 ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento vitamínico ⁴	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Coccidiostático ⁵	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 ⁶	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Antioxidante ⁷	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada⁸						
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
Fósforo Total (%)	0,581	0,581	0,521	0,460	0,400	0,338
Cálcio (%)	0,758	0,758	0,629	0,499	0,370	0,240
Fósforo disponível (%)	0,354	0,354	0,294	0,233	0,173	0,112
Relação Ca:Pd	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14

¹ Areia Lavada.

² Fitase comercial – 500 FTU/kg

³ 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.

⁴ 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.

⁵ Salinomicina sódica – 60 ppm.

⁶ Surmax – 10 ppm.

⁷ Hidroxibutiltolueno – BHT.

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

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

Ingrediente (%)	Tratamento					
	CP	T1	T2	T3	T4	T5
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
Fosfato bicálcico	1,096	1,096	0,820	0,545	0,269	0,000
Calcário	0,796	0,796	0,689	0,576	0,463	0,354
Inerte¹	0,060	0,050	0,433	0,821	1,210	1,588
Fitase²	-	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
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 ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento vitamínico ⁴	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Coccidiostático ⁵	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 ⁶	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Antioxidante ⁷	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada ⁸						
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
Fósforo Total (%)	0,532	0,532	0,481	0,430	0,379	0,329
Cálcio (%)	0,663	0,663	0,555	0,445	0,335	0,228
Fósforo disponível (%)	0,309	0,309	0,258	0,207	0,156	0,106
Relação Ca:Pd	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15

¹ Areia Lavada.

² Fitase comercial – 500 FTU/kg

³ 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.

⁴ 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.

⁵ Salinomicina sódica – 60 ppm.

⁶ Surmax – 10 ppm.

⁷ Hidroxibutiltolueno – BHT.

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

Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG, como proposto por Detmann et al. (2012).

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 SAS(Statistical Analysis System) (2009). 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 foram respectivamente, $22 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e $64 \pm 10,3\%$, e o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) calculado foi de $70 \pm 0,3$. Considerando que Tinôco (2001), Cob-Vantress (2008) e Baêta & Souza (2012) preconizaram temperatura entre 18 e 28°C e umidade relativa entre 50 e 70% , e Teixeira (1983) ITGU entre 65 e 77 como as condições adequadas para frangos de corte expressarem suas características produtivas, pode-se afirmar que as aves foram submetidas à ambiente de termoneutralidade.

Os resultados de desempenho de frangos de corte mantidos em ambiente termoneutro e alimentados com rações com níveis decrescentes de fósforo disponível (Pd) suplementadas com fitase exógena, mantendo fixa relação cálcio (Ca):Pd, estão apresentados na Tabela 3.

A redução nos níveis de cálcio (Ca) e de fósforo disponível (Pd), respectivamente de $68,3$ e $68,4\%$ ($0,758-0,240$ e $0,354-0,112$) no período de 22 a 33 dias e de $65,6$ e $65,7\%$ ($0,663-0,228$ e $0,309-0,106$) no período de 34 a 42 dias de idade em rações suplementadas com fitase não influenciou ($P > 0,05$) o ganho de peso (GP) dos frangos de corte. Singh et al. (2013) ao reduzirem o nível de Ca na ração de para frangos de corte em $19,48\%$ mantendo o nível de Pd não observaram diferença significativa no GP dos frangos no período de 22 a 42 dias de idade.

Com esses resultados, em que níveis reduzidos de Ca e Pd não comprometeram o GP das aves, ficou evidenciado a eficiência da enzima fitase em hidrolisar o fósforo complexado ao ácido fítico sem influenciar negativamente a taxa de crescimento de frangos de corte, como anteriormente relatado por Catalá-Gregori et al. (2007), Manangi & Coon (2008), Santos et al. (2011), Shaw et al. (2012), Amerah et al. (2014) e Shang et al. (2015).

Diante do exposto, pode-se inferir que rações suplementadas com fitase aumentam a disponibilidade do fósforo fítico e Ca em quantidades suficientes para garantir a taxa de crescimento dos frangos de corte semelhante às demais aves alimentadas com ração controle. Esses resultados corroboram com os obtidos por Naves et al. (2014) que constataram uma melhora na utilização do Pd e Ca em rações com níveis reduzidos destes minerais em comparação à ração basal, comprovando a eficiência da fitase mesmo quando os níveis de Ca são reduzidos.

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 termoneutro

Parâmetro	Tratamento						P valor	CV (%)
	CP	T1	T2	T3	T4	T5		
Consumo de ração (g)	3126	3010	3136	3117	3088	3101	0,3003	3,71
Ganho de peso (g)	1890	1899	1904	1917	1874	1851	0,4205	3,58
Conversão alimentar	1,64	1,59	1,65	1,63	1,65	1,67	0,3294	4,68

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)

CP: Controle positivo; CV (%): coeficiente de variação.

Níveis de fósforo disponível (0,354; 0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% e 0,309; 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106 para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade, respectivamente.

Ainda nesse contexto, Schoulten et al. (2003) observaram que a suplementação de fitase em rações para frangos de corte proporcionou não somente uma melhora na utilização de fósforo da ração, mas também de Ca, quando estas apresentavam níveis reduzidos deste mineral. Segundo Ballam et al. (1984) o nível de Ca da ração constitui o fator mais importante na disponibilidade de P fítico, como ficou evidenciado em seu estudo onde a redução de 15% do Ca promoveu uma melhora do GP e absorção do Pd pelas aves.

Não foi observada variação ($P>0,05$) no consumo de ração (CR) dos frangos de corte alimentados com ração contendo níveis reduzidos de Pd suplementadas com fitase exógena. Esses resultados estão coerentes com os valores obtidos por Shoulten et al. (2003), Donato et al. (2011) e Shang et al. (2015).

Em contrapartida, Viveros et al. (2002), Persia & Saylor (2006) e Cowieson et al. (2006) constataram redução no CR dos frangos de corte alimentados com rações com restrição de Pd suplementadas com fitase. Segundo Laurentiz et al. (2007) a idade da ave é um fator importante a se considerar ao reduzir os níveis de Pd na ração, sendo que na fase final de criação pode ocorrer aumento no aproveitamento do fósforo complexado ao ácido fítico, em consequência da plena atividade enzimática do sistema digestivo.

Em concordância com esses relatos Sebastian et al. (1996) constataram baixa eficiência de aves jovens em hidrolisar o ácido fítico presente na ração, à base de milho e farelo de soja, evidenciado pela reduzida taxa de crescimento, concentração de P no plasma e à reduzida mineralização óssea em frangos de corte que receberam rações com níveis reduzidos de fósforo não-fítico.

Segundo Parmer et al. (1987) a redução no nível de Pd para aves na fase inicial de criação pode acarretar em diminuição nos níveis séricos dos hormônios de crescimento (GH) e tireoidianos (T3 e T4), ocasionando, conseqüentemente, a queda no CR.

A conversão alimentar (CA) dos frangos de corte não foi influenciada ($P>0,05$) pela redução nos níveis de Pd e de Ca da ração suplementada com fitase. De forma similar Schoulten et al. (2003), Yan et al. (2004), Donato et al. (2011) e Gomide et al. (2011) também não constataram efeito da redução dos níveis de Pd e de Ca das rações suplementadas com fitase na conversão alimentar dos frangos de corte.

Em estudos conduzidos com frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura no período de 22 a 42 dias de idade, Tizziani et al. (2014) não verificaram

variação na CA das aves. Sendo assim, pode-se inferir que a variação na temperatura ambiente pode ser um fator que não interfere na ação da enzima fitase em hidrolisar o P fítico em rações com níveis reduzidos de Pd.

Com base nesses relatos, pode-se afirmar que a suplementação com fitase possibilitou a liberação de Pd em quantidades suficientes para manter o CR e, conseqüentemente, a ingestão adequada de nutrientes para garantir o crescimento dos frangos de corte alimentados com níveis reduzidos de Pd similar ao das aves que receberam ração controle.

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

Não ocorreu variação ($P>0,05$) no peso absoluto e relativo da carcaça de frangos de corte alimentados com rações contendo níveis reduzidos de Pd e de Ca, suplementadas com fitase exógena. Em coerência com esses resultados, Pillai et al. (2006) também não verificaram variação no peso absoluto e relativo da carcaça de frangos de corte que receberam níveis reduzidos de Ca e Pd em rações com inclusão de fitase.

Efeitos similares foram constatados por Gomide et al. (2007), Rezaei et al. (2007), Junqueira et al. (2011) e Brunelli et al. (2012), evidenciando assim a eficiência na fitase em disponibilizar nutrientes sem comprometer o crescimento, a deposição muscular e o rendimento de carcaça das aves alimentadas com rações contendo níveis reduzidos de Pd suplementadas com fitase.

Não foi constatada variação ($P>0,05$) no peso absoluto e relativo dos cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) de frango de corte alimentados com rações contendo níveis reduzidos de Ca e Pd em rações com inclusão de fitase exógena. Os resultados obtidos no presente estudo corroboram aos obtidos por Teixeira et al. (2013) que também não constataram diferença significativa no peso absoluto e relativo de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com rações com níveis reduzidos de Pd e de Ca suplementadas com fitase. Resultados similares foram relatados por Pillai et al. (2006), Rezaei et al. (2007), Vieira et al. (2007), Gomide et al. (2011) Junqueira et al. (2011) e Brunelli et al. (2012).

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 termoneutro

Parâmetro	Tratamento						P valor	CV (%)
	CP	T1	T2	T3	T4	T5		
Peso absoluto (g)								
Carcaça	2341	2318	2349	2394	2339	2338	0,3066	3,93
Peito	808	810	833	854	834	837	0,1067	6,18
Coxa	276	276	275	278	269	266	0,1537	5,43
Sobrecoxa	335	319	324	332	321	320	0,5197	9,32
Peso relativo (%)								
Carcaça	84,41	83,77	84,15	84,96	84,52	84,62	0,5140	2,09
Peito	34,53	34,93	35,47	35,68	35,65	35,79	0,1654	4,49
Coxa	11,79	11,90	11,72	11,59	11,49	11,36	0,0631	4,62
Sobrecoxa	14,31	13,76	13,78	13,87	13,71	13,66	0,5231	7,47

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; CP: Controle positivo

Níveis de fósforo disponível (0,354; 0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% e 0,309; 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106 para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade, respectivamente.

Ainda nesse contexto, em estudos conduzidos com frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de alta temperatura, Tizziani et al. (2014) não constataram variação significativa no peso absoluto e relativo da carcaça e cortes nobres das aves que receberam rações com níveis reduzidos de Ca e Pd suplementadas com fitase.

Tendo em vista os resultados obtidos para peso absoluto e relativo da carcaça e dos cortes nobres com o de CA, ficou evidenciado que além de manter a taxa de crescimento, a inclusão de fitase em rações contendo baixos níveis de Ca e Pd não comprometeu a composição de ganho das aves.

Os resultados obtidos para características ósseas de frangos de corte mantidos em ambiente termoneutro alimentados com rações com níveis decrescentes de Pd com inclusão de fitase, mantendo fixa a relação Ca:Pd são apresentados na tabela 5.

Foi constatada variação ($P < 0,05$) na quantidade (g) e porcentagem das cinzas e na quantidade (g) de Ca, ao reduzir os níveis de Pd em 68,4 e 65,7% e Ca em 68,3 e 65,6% no período de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade, respectivamente. Os dados obtidos estão coerentes com os valores encontrados por Viveros et al. (2002), Catalá-Gregori et al. (2007) e Cardoso Júnior et al. (2010).

Shang et al. (2015) em estudos com frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade contataram que a redução nos níveis de Pd em 48,9% e de Ca em 20,9% com inclusão de fitase foi prejudicial à qualidade óssea das aves.

Com base nesse relato, e nos resultados encontrados no presente estudo, pode-se inferir que 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. E que a cinzas ósseas são mais sensíveis à redução dos níveis de minerais na ração.

Além disso, com os dados obtidos no desempenho e características de carcaça, pode-se inferir que as atuais linhagens utilizadas na produção avícola priorizam a deposição muscular em reação à mineralização óssea.

Os níveis decrescentes de Ca e Pd com adição de fitase não influenciaram ($P > 0,05$) a quantidade (g) e a porcentagem de fósforo (P) na tíbia de frangos de corte alimentados com ração controle positivo em comparação aos demais tratamentos. Deste modo, pode-se afirmar que a redução de Pd nas rações em 68,4 e 65,7% nas fases de crescimento e final, respectivamente, não comprometeu a deposição desse macromineral nas tíbias de frangos de corte.

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 termoneutro

Parâmetro	Tratamento						P valor	CV (%)
	CP	T1	T2	T3	T4	T5		
Cinzas (g)	3,063 A	3,057 A	3,092 A	3,086 A	2,850 A	2,691 B	0,0029	10,99
Cinzas (%)	49,17A	49,47 A	48,97 A	48,38 A	48,20 A	46,68 B	0,0023	3,48
Cálcio (g)	1,036 A	1,016 A	1,062 A	1,034 A	0,956 A	0,875 B	0,0014	12,01
Cálcio (%)	16,58	16,41	16,84	16,24	16,10	15,53	0,1129	7,60
Fósforo (g)	0,495	0,489	0,518	0,518	0,483	0,482	0,6516	14,45
Fósforo (%)	7,92	7,85	8,21	8,11	8,41	8,42	0,4139	10,62
Relação Ca:P	2,11	2,09	2,06	1,99	2,01	1,84	0,1578	12,25

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; CP: Controle positivo

Níveis de fósforo disponível (0,354; 0,354; 0,294; 0,233; 0,173; 0,112% e 0,309; 0,309; 0,258; 0,207; 0,156; 0,106 para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade, respectivamente.

Efeitos similares foram relatados por Yan et al. (2003), Laurentiz et al. (2009), Singh et al. (2013), Naves et al. (2014) e Lalpanmawia et al. (2014).

Nesse contexto, Akyurek et al. (2005) e Oliveira et al. (2008) ao determinarem o conteúdo de fósforo das tíbias de frangos de corte, verificaram que o uso da fitase em rações com baixo Pd manteve 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 complexado à molécula de fitato, mantendo sua absorção e deposição adequadas.

Tendo em vista que a utilização de fitase exógena permite incrementar a retenção de P e reduzir sua excreção (Shang et al., 2015), os resultados obtidos na deposição óssea de P sugerem que o uso de 500 FTU/kg de ração foi suficiente para disponibilizar P fítico mantendo o desempenho e a deposição óssea de fósforo dos frangos de corte.

Segundo Fukayama et al. (2008) além da redução de suplementação de fósforo inorgânico nas rações suplementadas com fitase, há também necessidade de reduzir a suplementação de cálcio. Em contrapartida Naves et al. (2015) constataram que ao manter a relação Ca:Pd em 7,5:1, em que o Ca atendia as exigências das aves, não comprometeu a mineralização óssea. Diante desses relatos, e com base nos valores encontrados para cinzas e Ca nas tíbias dos frangos de corte, pode-se deduzir que a redução nos níveis de Pd e de Ca no presente estudo, influenciou negativamente a mineralização óssea.

Como as aves foram alimentadas com rações mantendo a relação Ca:Pd em aproximadamente 2,1:1, os valores obtidos na deposição óssea refletem, provavelmente a ingestão desses nutrientes na ração, evidenciando, assim, que a redução nos níveis de Pd e Ca nas rações não interferiu na relação Ca:P nas tíbias das aves.

Conclusão

A suplementação de fitase exógena em 500 FTU/kg possibilitou a redução dos níveis de Pd em 50,3% em rações para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade, sem comprometer o desempenho, rendimento de carcaça e características ósseas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C. **Produção e manejo de frangos de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 88 p, 2010.
- 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.
- AMERAH, A. M.; PLUMSTEAD, P. W.; BARNARD, L. P.; KUMAR, A. Effect of calcium level and phytase addition on ileal phytate degradation and amino acid digestibility of broilers fed corn-based diets. *Poultry Science*, V. 93, P.906–915, 2014.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em construções rurais: conforto animal**. Viçosa: Editora UFV, 2012, 269p.
- BALLAM, G. C.; TALMADGE S, N.; KIRBY, L. K. Effect of Fiber and Phytate Source and of Calcium and Phosphorus Level on Phytate Hydrolysis in the Chick. **Poultry Science** 63:333-338. 1984
- 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.; 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.; 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. Broiler performance and nutrition supplement: Cobb 700. (Cobb-Vantress, Inc., Siloam Springs, AR). 2008.

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.

COWIESON, A. J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M. R. Phytic Acid and Phytase: Implications for Protein Utilization by Poultry. **Poultry Science**, 85, 878-885, 2006.

DENBOW, D. M.; RAVINDRAN, V.; KORNEGAY, Y.I. Z.; HULET, R. M. Improving phosphorus availability in soybean meal for broilers by supplemental phytase. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, n. 11, p. 1831-1842, Nov.1995.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; FILHO, S. C. V.; et al. Métodos para análises de alimentos. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012, 214p.

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.

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.

GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte mantendo o conceito de proteína ideal nas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1769-1774, 2007.

- GOMIDE, E. M.; RODRIGUES, P. B.; BERTECHINI, A. G. et al. Rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo com fitase e aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2405-2414, 2011.
- JUNQUEIRA, O.M.; DUARTE, K.F.; ASSUENA, V.; FILARDI, R.S.; LAURENTIZ, A.C.; PRAES, M.F.F.M. Effect of phytase supplementation on performance, bonedensitometry and carcass yield in broilers chicks. **Acta Scientiarum AnimalScience**, v.33, p.301-307, 2011.
- LALPANMAWIA, H.; ELANGO VAN, A. V.; SRIDHAR, M.; SHET, D.; AJITH, S.; PAL, D. T. Efficacy of phytase on growth performance, nutrient utilization and bone mineralization in broiler chicken. **Animal Feed Science and Technology**. xxx, 2014 xxx-xxx.
- LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S.; ASSUENA, V.; CASARTELLI, E.L.; COSTA, R. Efeito da adição da enzima fitase em rações parafrangos 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.
- 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.
- NAVES, L. P.; RODRIGUES, P. B. TEIXEIRA, L. V. et al. Increasing levels of phytase in diets formulated with reduced available phosphorus content supplied to male and female broilers. **Ciência Rural**, v.44, n.8, ago, 2014.
- 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.

- 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.
- PILLAI, P. B.; O'CONNOR-DENNIE, T.; OWENS, C. M.; EMMERT, J. L. Efficacy of an escherichia coliphytase in broilers fed adequate or reduced phosphorus diets and its effect on carcass characteristics. *Poultry Science*, Champaign, v. 85, n. 10, p. 1737-1745, 2006.
- 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.
- QIAN, H.; KORNEGAY, E. T.; DENBOW, D. M. Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium: total phosphorus ratio in broiler diets. *Poultry Science*, Champaign, v. 76, n. 5, p. 37-46, Jan. 1997.
- REZAEI, M.; BORBOR, S.; ZAGHARI, M.; TEIMOURI, A. Effect of phytase supplementation on nutrients availability and performance of broiler chicks. *International Journal of Poultry Science*, Lasani Town, v. 6, n. 1, p. 55-58, 2007.
- 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.
- 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.
- SAS Institute. 2009. SAS/STAT User's Guide: Statistics. Version 9.2 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

- SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; SILVA, H. O.; CONTE, A. J.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T. 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** 3(1): 31-37, jan./jun. 2002.
- SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R.; LAGUË, P. C. Efficacy of Supplemental Microbial Phytase at Different Dietary Calcium Levels on Growth Performance and Mineral Utilization of Broiler Chickens. **Poultry Science**, 75, 1516-1523, 1996.
- SELLE, P. H.; COWIESON, A. J.; COWIESON, N. P.; RAVINDRAN, V. Protein-phytate interactions in pig and poultry nutrition: a reappraisal. **Nutrition Research Reviews**, V. 25, Issue 01, June 2012, p 1-17, 2012.
- SHANG, Y.; ROGIEWICZ, A.; PATTERSON, R.; SLOMINSKI, B. A.; KIM, W. K. The effect of phytase and fructooligosaccharide supplementation on growth performance, bone quality, and phosphorus utilization in broiler chickens. **Poultry Science**, 00, 1-10, 2015.
- SHAW, A. L.; MACKLIN, K. S.; BLAKE, J. P. Phytase Supplementation in a Reduced Calcium and Phosphorus Diet Fed to Broilers undergoing an *Eimeria* Challenge. **Japan Poultry Science Association**, 49, 178-182, 2012.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; ZANGERONIMO, M. G.; FIALHO, E.T.; FREITAS, R. T. F.; ALVARENGA, R. R. Redução de proteína e fósforo em dietas com fitase para frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.64, n.1, p.127-136, 2012.
- 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.

- TEIXEIRA, V.H. Estudos dos índices de conforto em duas instalações de frango de corte para as regiões de Viçosa e Visconde do Rio Branco, MG. 1983. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- TINÔCO, I.F.F. Resfriamento Adiabático Evaporativo na Produção de Frangos de Corte. Viçosa. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- TIZZIANI, T.; BALBINO, E. M.; AZEVEDO, C. P. F.; SILVA, A. D.; FIGUEIREDO, E. M.; DONZELE, R. F. D. Efeito do uso de fitase em rações com diferentes níveis de fósforo disponível sobre a mineralização óssea de frangos de corte criados em estresse por calor. I Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável III Congresso Internacional de Agropecuária Sustentável. Viçosa, MG, 2014.
- 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.; KERSEY, J. H.; FRITTS, C. A.; WALDROUP, P. W. Phosphorus requirements of broiler chicks six to nine weeks of age as influenced by phytase supplementation. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p. 94-300, 2003.
- 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.