

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA INCLUSÃO DA FITASE SOBRE O DESEMPENHO,
DENSITOMETRIA ÓSSEA, EXCREÇÃO DE FÓSFORO E
NITROGÊNIO E VIABILIDADE ECONÔMICA DE FRANGOS DE
CORTE**

Vinícius Assuena

Orientador: Prof. Dr. Otto Mack Junqueira

Co – orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos de Laurentiz

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Jaboticabal-SP
Dezembro – 2007

Assuena, Vinícius
A851e Efeito da inclusão da fitase sobre o desempenho, densitometria
óssea, excreção de fósforo e nitrogênio e viabilidade econômica de
frangos de corte
xi, 50 f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007
Orientador: Otto Mack Junqueira
Banca examinadora: Silvana Martinez Baraldi Artoni, Douglas
Emygdio de Faria
Bibliografia

1. Frangos de corte. 2. Nutrição. 3. Densidade óssea. 4. Fitase I.
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5:636.087

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço
Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

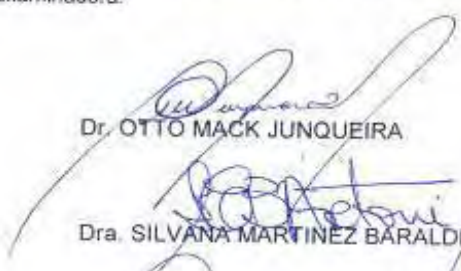
TÍTULO: EFEITO DA INCLUSÃO DA ENZIMA FITASE SOBRE O DESEMPENHO, DENSITOMETRIA ÓSSEA, EXCREÇÃO DE FÓSFORO E NITROGÊNIO E VIABILIDADE ECONÔMICA DE FRANGOS DE CORTE

AUTOR: VINICIUS ASSUENA

ORIENTADOR: Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

Co-Orientador(a): Dr. ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ

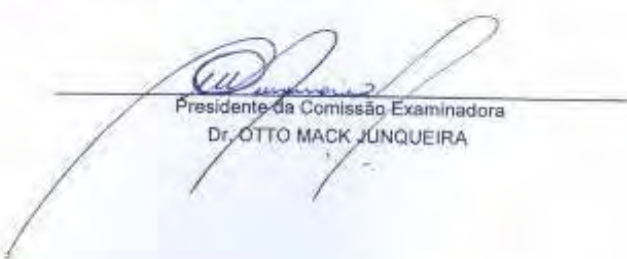
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em ZOOTECNIA pela Comissão Examinadora:


Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA


Dra. SILVANA MARTINEZ BARALDI ARTONI


Dr. DOUGLAS EMYGDIO DE FARIA

Data da realização: 27 de novembro de 2007.


Presidente da Comissão Examinadora
Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

VINÍCIUS ASSUENA - nascido em 04 de maio de 1982, em Santa Rita do Passa Quatro – SP. Graduiu-se em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal em julho de 2005. Em agosto de 2005 foi selecionada para o curso de Mestrado em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, tendo iniciado seus estudos na área de Nutrição de Não Ruminantes.

O SENHOR é meu pastor; nada me faltará.

Deitar me faz em verdes pastos, guia - me mansamente a águas tranquilas.

Refrigera a minha alma; guia – me pelas veredas da justiça, por amor do seu nome.

Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temeria mal alguma, porque tu estas comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam.

Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos, unges a minha cabeça com óleo, o meu cálice transborda.

Certamente que a bondade e a misericórdia me seguirão todos os dias da minha vida, e habitarei na casa do Senhor por longos dias.

Salmo 23

À Deus,

pois sem ele nada seria possível e essa vitória não seria completa, o qual me deu fé para acreditar que um dia conseguiria e nos momentos mais difíceis que imaginei que estaria sozinho e não via saída Ele me estendia a sua mão e me mostrava a saída e a solução.

Senhor Deus e Senhor Jesus Cristo o meu muito obrigado.

ofereço

Dedico

Aos meus pais *Virginia* e *João Alberto*, que por eles que me deram muita força financeira, mas a mais importante foi a força moral e psicológica, pois me conheciam e sabiam quando eu estava feliz e triste e nesses momento um simples gesto de afeto era o suficiente para não me deixar desistir.

Aos meus irmão e cunhadas que sempre me agüentaram nas horas de mau humor e irritação e sempre estavam dispostos a ajudar em todas as ocasiões.

A minha amada e querida esposa *Erika* que sem ela tenho certeza que não chegaria tão longe, pois teve compreensão e paciência nos momentos onde não podia dar atenção necessária, mas sempre esteve do meu lado, saiba que te amo muito e sempre serei grato.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao professor *Otto Mack Junqueira*, por me ensinar em vários momentos profissionais e pessoais, onde só eu sabia a dificuldade quando ele pegava a sua calculadora, mas com isso aprendi bastante, o meu sincero e de coração muito obrigado.

Ao *Antonio Carlos de Laurentiz*, a quem hoje posso chamar de amigo e com quem aprendi muitas coisas, principalmente de como conduzir as situações, e se hoje estou defendendo a minha dissertação nós sabemos que isso é possível graças a sua ajuda e amizade, o meu muito obrigado do fundo do coração e que Deus te abençoe e te recompense em dobro.

A *Elenice Maria Casartelli*, *Karina Ferreira Duarte* e *Rosemeire da Silva Filardi* pois sempre que precisei estavam com a mão estendida e prontos para socorrer, jamais esquecerei o que fizeram e saibam que terão minha gratidão, consideração e carinho eterno.

AGRADECIMENTOS

À Pós – Graduação da Unesp – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, pela oportunidade oferecida para a realização do curso de pós - graduação.

Ao CNPq pela bolsa de mestrado concedida.

À Prof. Silvana pela ajuda nas análises e pelos conselhos nos momentos de desespero.

Ao Prof. Douglas Emygdio de Faria pela participação importante na banca e pela confiança depositada.

Aos funcionários do Setor de Avicultura e Fábrica de Ração: Robson, Vicente, Izildo, “seu” João, Sandra, Osvaldo e Helinho, pelo valoroso apoio na condução dos experimentos de “campo” e pela grande ajuda em vários momentos de dificuldade.

Aos professores que sempre serão lembrados pelos conhecimentos que nos passaram, pela amizade e pela consideração, as quais farão parte da minha vida.

À bibliotecária Tiekko T. Sugahara pelas correções das referências bibliográficas.

Aos meus eternos e fieis amigos da República Filomena, Strep, Morcego, Tansso, Miolo, Sanitário e Só - Dá pelos momentos de alegria e muita descontração que vivemos por estes cinco anos, onde ficou um sentimento forte de amizade.

Aos meus amigos e companheiros de trabalho, Ramiro, Pipeta, Gretchen, Maíra, Flávio, Reginaldo, João que ajudaram na condução do experimento.

À Fabiana que me ajudou nas análises de densidade óssea, sem a sua ajuda as coisas seriam bem mais difíceis.

À todos aqueles que, direta ou indiretamente colaboraram com a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos

SUMÁRIO

	página
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. Introdução.....	01
2. Objetivos.....	03
3. Revisão da literatura.....	03
3. 1. Uso da enzima nas dietas e matriz nutricional.....	05
3. 2. Qualidade óssea e excreção de nutrientes.....	08
4. Material e métodos.....	13
4. 1. Local, data e aves experimentais.....	13
4. 2. Instalações e manejo das aves.....	14
4. 3. Delineamento experimental.....	15
4. 4. Rações experimentais.....	15
4. 5. Parâmetros avaliados.....	19
4. 5. 1. Desempenho.....	19
4. 5. 2. Análise da densidade óssea.....	21
4. 5. 3. Teores de fósforo e nitrogênio das excretas.....	22
4. 5. 4. Análise da viabilidade econômica.....	23
4. 5. 5. Análises estatísticas.....	24
5. Resultados e discussão.....	24
6. Conclusões.....	41
7. Implicações.....	41
8. Referências bibliográficas.....	42

Efeito da inclusão da fitase sobre o desempenho, densitometria óssea, excreção de fósforo e nitrogênio e viabilidade econômica de frangos de corte

RESUMO – O experimento foi realizado para avaliar a inclusão de diferentes níveis da enzima fitase, valorizando sua matriz nutricional, sobre o desempenho, rendimento de carcaça, densidade óssea, excreção de fósforo e nitrogênio e viabilidade econômica de frangos de corte nas fases, inicial (1 a 21 dias), crescimento (22 a 42 dias) e total (1 a 42 dias). Foram utilizados 960 pintos de corte com um dia de idade, sendo 50% macho e 50% fêmea em cada parcela, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos e seis repetições de 32 aves cada. Os tratamentos consistiram de uma dieta testemunha para cada fase de criação, formulada segundo as recomendações de ROSTAGNO et al. (2005), e outros quatro foram formulados adicionando níveis crescentes da enzima fitase 25, 50, 75 e 100 g/tonelada (250, 500, 750 e 1000 FTU de fitase/kg de ração), ao adicionar a enzima fitase a matriz nutricional da mesma foi valorizada para garantir os mesmos níveis nutricionais da dieta testemunha (T1 – controle). Os dados foram submetidos à análise de variância e, em caso de significância estatística foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. A matriz nutricional da fitase acima 500 FTU de fitase/kg de ração proporcionou queda no desempenho, na densidade óssea e os menores valores de excreção de fósforo.

Palavras-chave: análise econômica, excretas, matriz nutricional

Effect of levels of inclusion of phytase on performance, bone densitometry, phosphorus and nitrogen excretion and economical evaluation of broiler chicken

SUMMARY. The experiment was conducted to evaluate the different inclusion levels of the enzyme phytase, valuing your nutritional matrix, on the performance, carcass yield, bone density, phosphorus and nitrogen excretion and economical evaluation of broiler chicken in the phases: initial (1 to 21 days), growth (22 to 42 days) and total (1 to 42 days). Nine hundred and sixty broiler chicken were used with a day of age, 50% male and 50% female in each boxes, they were distributed in a completely randomized experimental design, with five treatments and six replications of 32 birds each. The treatments consisted of a control diet for each phase, formulated according to the recommendations of ROSTAGNO et al. (2005), and other four were formulated adding growing levels of the enzyme phytase 25, 50, 75 and 100 g/ton (250, 500, 750 and 1000 FTU of phytase/kg fed), when adding the enzyme fitase the nutritional matrix of the same was valued to guarantee the same nutritional levels of the control diet. Data were subjected to an ANOVA and means were compared by Tukey test at 5% of probability. The nutritional matrix of the phytase above 500 FTU of phytase/kg determined fall in the performance, bone density and the smallest values of match excretion.

Key Words: economical evaluation, excretion, nutritional matrix

1. Introdução

Em decorrência do alto desenvolvimento no melhoramento genético, sanidade, manejo e nutrição animal o Brasil produz grande quantidade de carne de frango e consegue ofertar essa proteína animal de excelente qualidade a todas as camadas de diferentes rendas da população brasileira. Segundo a Associação Brasileira de Exportação de Frangos de Corte (Abef, 2007), o Brasil é o maior exportador de carne de frango, exportando cerca de 2.712,959 mil toneladas, e o terceiro maior produtor mundial, com aproximadamente 9.335,546 mil toneladas, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China.

Os programas de melhoramento genético voltados para obtenção de aves para abate com 42 dias de idade, pesando aproximadamente dois quilos e meio, promoveram o aparecimento de vários problemas metabólicos e ósseos. Um parâmetro que pode ser utilizado para avaliar os distúrbios ósseos é a densitometria óssea através de programa computacional e radiografias dos ossos em diferentes idades, permitindo avaliar a qualidade das pernas das aves e diagnosticar eventuais problemas.

Um dos maiores desafios enfrentados pelos nutricionistas é a diminuição nos custos das rações sem que isso venha afetar negativamente o desempenho o rendimento e a qualidade das carcaças. Outro desafio atual destes profissionais esta relacionado ao impacto ambiental que a produção de aves ocasiona, principalmente pelo fato da mesma estar cada vez mais concentrada em determinadas regiões, acarretando em acúmulo de dejetos em determinadas áreas, com possíveis riscos de

contaminação ambiental caso esses dejetos não forem bem manejados, determinando contaminação para o solo, às águas e o ar.

Uma alternativa para diminuição no custo das rações e no poder poluente dos dejetos, é a utilização de aditivos nas dietas de frangos de corte, que são definidos como substâncias intencionalmente adicionadas aos alimentos, que não sejam prejudiciais aos animais e ao homem, não deixem resíduos nos produtos de consumo, não contaminem o meio ambiente e que sejam utilizados sob determinadas normas. O uso de aditivos tem aumentado muito nos últimos anos com a finalidade de assegurar que os nutrientes sejam ingeridos, digeridos, transportados e absorvidos pelas aves, atendendo as suas exigências e aproveitando melhor os nutrientes presentes nos ingredientes. Entre esses aditivos estão as enzimas exógenas, sendo entre elas a mais utilizada e estudada a enzima fitase, cuja principal ação é aumentar a disponibilidade de nutrientes dos ingredientes de origem vegetal, e conseqüentemente, diminuir a excreção dos mesmos.

A enzima fitase, produzida por bactérias, fungos e leveduras, tem sido utilizada com sucesso nas rações de suínos e aves, para liberar parte do fósforo complexado na forma de fitato e conseqüentemente aumentar a disponibilidade de outros nutrientes complexados a molécula do ácido fítico (hexafosfato de inositol) encontrado nos vegetais.

De todas as enzimas exógenas disponíveis, na literatura existem mais informações sobre o uso de fitase. O seu uso foi influenciado, não apenas pela necessidade de buscar alternativas para reduzir a excreção de fósforo poluente do meio

ambiente, mas também pelo alto custo relativo do fósforo na ração e pelo risco que, a longo prazo, as fontes de fósforo disponíveis possam se esgotar (PENZ, 1998).

2. Objetivo

Dentro do exposto, o objetivo do presente estudo foi o de avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis da enzima fitase, valorizando sua matriz nutricional, sobre o desempenho, densitometria óssea, rendimento de carcaça, excreção de fósforo e nitrogênio e viabilidade econômica de frangos de corte durante a fase inicial (1 a 21 dias), crescimento (22 a 42 dias) e total (1 a 42 dias).

3. Revisão da literatura

Por definição, fatores anti-nutricionais são aqueles gerados em alimentos *in natura* pelo metabolismo normal da espécie da qual o material se origina e por mecanismos diferentes (decomposição ou inativação de alguns nutrientes, diminuição da utilização digestiva ou metabólica do alimento), no qual exerce efeitos contrários a nutrição adequada, não sendo tóxicos para os animais, entretanto sua presença no alimento resulta queda no desempenho, alterações hormonais e esporádicas lesões nos órgãos (COUSINS, 1999).

Um fator antinutricional muito estudado é o fitato, que é um anion muito reativo que se complexa com minerais, carboidratos, proteínas e aminoácidos diminuindo a disponibilidade desses nutrientes para os monogástricos. O fitato ou

hexafosfato de inositol é encontrado nos ingredientes de origem vegetal como fonte de energia, por armazenar inositol degradado pela enzima endógena produzida por esses ingredientes.

O hexafosfato de inositol pode ser degradado por uma enzima denominada de fitase, porém, essa não é sintetizada em quantidade suficiente pelos monogástricos para hidrolisar a quantidade de fitato presente em dietas que possuem como fonte de energia e proteína os ingredientes vegetais.

As enzimas são proteínas de estrutura tridimensional que atuam sob determinadas condições de temperatura, pH e umidade e unicamente com substratos específicos. Essas proteínas são catalisadores biológicos que aceleram no organismo diversas reações químicas, não sendo consumidas nessas reações, portanto é necessária uma quantidade muito pequena de enzima em relação à de substrato.

A fitase exógena utilizada em dietas avícolas é de origem microbiana proveniente de bactérias (*Bacillus*), fungos (*Aspergillus*) e leveduras (*Saccharomyces*), mas sua estabilidade depende de vários fatores, como temperatura e processamento da ração.

Com relação à fitase vegetal, de acordo com RAVINDRAN (1995) e BORGES (1997), não existe uma relação clara entre conteúdo de fósforo fítico e a atividade de fitase dentro do grão. A presença e a atividade da fitase endógena dos grãos variam entre as espécies vegetais da mesma ordem botânica, encontrando atividades de fitase em cereais, como arroz, trigo, milho, soja, feijão, sorgo e outras leguminosas ou sementes; entretanto, alimentos como cevada, farelo de trigo e arroz apresentam alta

atividade de fitase endógena, enquanto milho, farelo de soja e sorgo possuem baixa atividade.

3.1 Uso da enzima fitase nas dietas e matriz nutricional

Quanto ao efeito da enzima fitase sobre a disponibilidade do fósforo complexado em ingredientes de origem vegetal, TEJEDOR et al. (2001), em um experimento com frangos de corte utilizando duas fontes distintas de fitase, comprovaram que a adição de ambas as fontes aumentaram os coeficientes de digestibilidade de proteína bruta em 1 e 1,7%; de energia bruta em 1 e 1,2%; de cálcio em 3,5 e 5% e fósforo em 3,5 e 4%, respectivamente, para as fontes de fitase um e dois, e sobre os parâmetros de desempenho, a adição de fitase melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar das aves na fase inicial.

Utilizando rações com e sem a incorporação 15% de farelo de arroz integral e fitase (0, 400. 800 e 1200 FTU/kg), CONTE et al. (2002) observaram que a inclusão de níveis crescentes dessa enzima aumentaram as perdas endógenas fecais, absorção aparente e verdadeira de fósforo. A biodisponibilidade do fósforo foi de 51, 54 e 61,31% com a adição de 400, 800 e 1200 FTU de fitase/ kg de ração, respectivamente. Trabalhando com a mesma inclusão de farelo de arroz integral e fitase, mas adicionando xilanase (1 kg/t) e dietas com baixo fósforo disponível (40% do recomendado), CONTE et al. (2003) relataram que o consumo de ração e o peso vivo aumentaram com a inclusão da fitase, tanto aos 21 quanto aos 42 dias de idade, enquanto que a conversão alimentar não foi afetada pelos fatores estudados.

Em outros experimentos para verificar a redução dos níveis nutricionais, SHELTON et al. (2004) verificaram, no primeiro experimento, que a redução dos aminoácidos e da energia afetaram o desempenho das aves, e com a inclusão da fitase não ocorreu melhora no desempenho. A redução dos níveis nutricionais foi de 9% para a energia e de 22% no teor de proteína bruta ao reduzir os amoniácidos. Em um segundo experimento, esses mesmos autores, trabalhando com três dietas, uma dieta controle e outras duas reduzindo os níveis nutricionais conforme a matriz da enzima recomendada pelo fabricante (inclusão da enzima foi de 500g/tonelada garantido uma atividade de 600 FTU de fitase/kg de ração), constataram que, ao analisar o quadro da composição das dietas houve redução somente no nível de fósforo total, que passou de 0,71% para 0,61% para as duas dietas com fitase. Baseados nos resultados, os autores não verificaram diferenças nos parâmetros de desempenho analisados aos 42 dias e constataram redução de 10% na quantidade total de fósforo da cama, quando as aves receberam dietas com nível de fósforo reduzido com a adição de fitase.

Reduzindo os níveis de proteína e de fósforo disponível para frangos de corte na fase inicial (1 a 21 dias), SILVA et al. (2006) verificaram que é possível diminuir o nível de proteína e fósforo disponível para 17% e 0,34%, respectivamente, sem prejudicar o desempenho das aves, desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos e fitase.

Ao avaliar a absorção de minerais em dietas com diferentes níveis de cálcio (0,40, 0,59, 0,78, 0,97 e 1,16%) e suplementadas com 600 FTU de fitase/kg de ração, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, SHOULTEN et al. (2002) constataram que os fatores não proporcionaram diferença nas absorções de fósforo, zinco,

manganês e magnésio, mas quando utilizaram altos teores de cálcio e fitase ocorreu uma diminuição na taxa de absorção apenas do próprio mineral. Entretanto, TAMIM et al. (2004), em experimento semelhante, observaram que as aves que foram alimentadas com rações contendo fitase (500 FTU/kg de ração da Natuphos e Ronozyme) e diferentes níveis de cálcio (0 e 0,5% de CaCO_3) tiveram um aumento no desaparecimento ileal do fósforo fítico e incluindo diferentes fitases melhoraram a absorção do fósforo.

Baseados nos resultados comprovados na literatura sobre a utilização da fitase, melhorando a disponibilidade de fósforo e de alguns outros nutrientes dos ingredientes de origem vegetal, os nutricionistas buscam criar uma matriz nutricional para frangos de corte, entretanto, existem algumas dúvidas relacionadas, principalmente, a qual nível o fósforo disponível pode ser reduzido nas diferentes fases de criação e ao tipo de fonte vegetal utilizada na ração.

FERNANDES et al. (2003), ao adotar a matriz nutricional da fitase recomendada pelo fabricante (inclusão da enzima 100g/tonelada de ração, garantindo uma atividade de 500 FTU de fitase/kg de ração) em rações à base de milho e de sorgo para frangos de corte, na fase de 1 a 49 dias de idade, verificaram que os níveis nutricionais adotados nas dietas com fitase dentro da equivalência nutricional proposta, proporcionaram resultados iguais aos do tratamento controle.

Na literatura foram encontrados poucos estudos com inclusão da matriz nutricional da enzima fitase em dietas para frangos de corte. MURATA et al. (2006) não encontraram diferença para o desempenho de 1 a 21 dias de idade de aves, ao utilizar

a matriz nutricional preconizada pelo fabricante com dois níveis de inclusão da enzima fitase na ração 0,015 e 0,020%.

Outro fator importante que deve ser considerado ao atribuir uma matriz nutricional para a enzima fitase é a idade da ave. As na fase final de criação podem aumentar o aproveitamento do fósforo complexado ao ácido fítico e de outros nutrientes, em consequência da plena atividade enzimática do sistema digestivo e, além disso, é na fase inicial e de crescimento que ocorrem tanto o maior desenvolvimento quanto a formação geral da ave.

Ao estudar o efeito da enzima fitase em dietas com níveis reduzidos de fósforo disponível para diferentes fases de criações, LAURENTIZ et al. (2007) concluíram que a redução de 55% nos níveis de Pd nas fases inicial e de crescimento, mesmo com a utilização de fitase, comprometeu alguns índices de desempenho das aves, entretanto, redução de 63% no nível de Pd na fase final com inclusão de enzima, resultou em desempenho e características ósseas semelhantes ao tratamento controle.

3.2 Qualidade óssea e excreção de nutrientes

O desenvolvimento do tecido ósseo ocorre em função de uma interação entre fatores genéticos, nutricionais e ambientais (WATKINS, 1999; COOK, 2000). Os ossos desempenham várias funções, entre elas, crescimento, suporte/proteção, força de transmissão para contração muscular e movimento (BURWELL, 1986; LAWRENCE & FOWLER, 1997), por esses motivos é de grande importância um adequado desenvolvimento do tecido ósseo.

Existem dois processos de crescimento ósseo, a ossificação intramembranosa e a endocondral. O processo de ossificação intramembranosa é responsável pelo crescimento dos ossos chatos e ocorre com o osso se desenvolvendo pela adição de tecido ósseo na superfície de estruturas pré-existentes e o processo de ossificação endocondral, por sua vez, é responsável pelo crescimento dos ossos longos, ocorrendo o crescimento do osso a partir do tecido cartilaginoso, com o tecido ósseo sendo depositado em uma espécie de rede de tecido cartilaginoso pré-calcificado (BRUNO, 2002).

O osso é diferente do tecido cartilaginoso pela deposição da hidroxiapatita durante o processo de mineralização, a qual é formada pela associação do cálcio e do fósforo, onde esses minerais perfazem 70% da composição óssea e os 30% restantes são constituídos por matéria orgânica, sendo 90% de colágeno (KALEBO & STRID, 1988; FIELD, 1999; BRUNO, 2002).

Existem fatores endógenos e exógenos que interferem no crescimento ósseo, dos exógenos podemos destacar o cálcio, fósforo, íons monovalentes, minerais traços, proteína, aminoácidos, tiocarbonatos e vitaminas (vitamina D₃), por esses estarem diretamente relacionados com a incidência de discondroplasia tibial (WHITEHEAD, 1998).

A hidroxiapatita e o alumínio possuem densidade similar, portanto vários estudos têm sido feitos onde a densidade dos ossos é comparada com uma escala de alumínio, utilizando radiografias, por ser um parâmetro biofísico importante para mensurar a qualidade óssea através de um método não evasivo.

A fitase, como mencionado anteriormente, disponibiliza alguns nutrientes dos ingredientes de origem vegetal, entre eles os minerais, dos quais o cálcio e o fósforo são os mais importantes, pois somente 25 a 30% estão disponíveis para os monogástricos. Desta forma, a inclusão da enzima fitase pode melhorar a qualidade óssea de frangos de corte, sendo a densitometria óssea uma ferramenta importante que pode auxiliar nas análises dos resultados.

ARAÚJO et al. (2006), estudando três recomendações de aminoácidos (100, 125 e 150% das recomendações do NRC) e dois níveis de cálcio (75 e 100% das recomendações do NRC), em frangos de corte de 42 a 49 dias, não obtiveram diferença na densidade óssea e nas variáveis da tíbia estudadas. Entretanto BRUNO (2002), submetendo aves à alimentação *ad libitum*, restrição quantitativa em um nível de 40%, restrição protéica e energética em diferentes temperaturas (estresse por calor, estresse por frio e temperatura termoneutra), observou que a densidade óssea foi maior para as aves alimentadas *ad libitum* e a menor, para as que sofreram restrição energética.

Diferentes autores (SCHEIDELER & FERKET 2000; LAN et al., 2002; VIVEROS et al., 2002; BANKS et al., 2004; PAYNE et al., 2005; ANGEL et al., 2006; MARTINEZ et al., 2006 e PERSIA & SAYLOR 2006), trabalhando com dietas com níveis reduzidos de fósforo disponível e inclusão de diferentes níveis de fitase, observaram que sua inclusão melhorou o desempenho e a qualidade óssea dos frangos e destacam as várias sobre qualidade óssea como importantes índices de avaliação na determinação dos níveis nutricionais de fósforo reduzidos com inclusão da enzima fitase.

Ao realizar dois experimentos, WATSON et al. (2006), constataram em diferentes idades (6 a 14 e 4 a 13 dias) que dietas com níveis de cálcio e fósforo disponível de 1,0 e 0,45%, respectivamente, e com baixo cálcio e fósforo disponível (0,80 e 0,25%) incluindo 600 FTU de fitase/kg em ambas as dietas, relataram que a inclusão de fitase aumentou o ganho de peso, consumo de ração e a porcentagem de cinzas na tíbia, não afetando a conversão alimentar. Afirmaram ainda que dietas com baixo cálcio e fósforo disponível possuíram uma taxa de passagem menor.

Conduzindo pesquisa similar com aves na idade de 1 a 14 dias, COWIESON et al. (2006) observaram que a incorporação de diversos níveis de fitase (150, 300, 600, 1200 e 2400 FTU/kg de ração) beneficiou a porcentagem de cinzas nos dedos das aves. ONYANGO et al. (2004), reduzindo o nível de fósforo (5,1 e 4,0g de fósforo/kg de ração) em dietas a base de milho e farelo de soja com a inclusão de diferentes fitases (1000 FTU/kg de ração) para frangos de corte de 8 a 22 dias de idade, verificaram que as fitases aumentaram a quantidade de minerais no osso, densidade óssea, resistência óssea e porcentagem de cinzas.

É possível reduzir o potencial poluente dos dejetos de aves mediante a adoção de técnicas alimentares mais equilibradas, como melhorar a eficiência utilizando conceitos de proteína ideal, suplementar as rações com aminoácidos sintéticos, utilizar fontes de fósforo com melhor disponibilidade, realizar formulação próximas das exigências nutricionais dos animais, utilizar promotores de crescimento, verificar níveis de vitamina D e cálcio, adequar a granulometria das rações, pelitizar as rações e utilizar enzimas exógenas para melhorar a digestibilidade dos alimentos, diminuindo assim os fatores antinutricionais (NAHM, 2002).

YAN et al. (2004), estudando diferentes recomendações de fósforo disponível de 0 a 21 dias e diferentes níveis desse mineral (0,40, 0,35, 0,25 e 0,20%) de 22 a 42 dias de idade em frangos de corte com inclusão de 1000 FTU de fitase/kg de ração de fitase na dieta com 0,20% de fósforo disponível, observaram que a adição da enzima promoveu uma redução na excreção de 21 para 44% de fósforo.

Outros trabalhos realizados por (WU et al., 2004 e RAVINDRAN et al., 2006), trabalhando com dietas variando as concentrações de ácido fítico e diferentes níveis de fitase, observaram que a enzima melhora a digestibilidade e excreção de vários nutrientes. COWIESON et al. (2006), avaliando o efeito da concentração de ácido fítico (0,5g e 1,0g/kg) e a inclusão de fitase (1000 e 2000 FTU/kg de ração) na utilização de proteína pelas aves, relataram que aumentando a concentração desse ácido diminuiu significativamente a digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e aminoácidos, também ocorreu um prejuízo na excreção de minerais, e a inclusão da fitase melhorou a digestibilidade dos aminoácidos e diminuiu a excreção de minerais. Estudando três concentrações de ácido fítico (10,4, 11,8 e 13,6g/kg) e quatro níveis de fitase (0, 500, 750 e 1000 FTU/kg).

Trabalhando com rações com baixo fósforo total (0,46%) e adição de vários níveis de fitase (0, 93,75, 187,5, 375, 750, 1500, 3000 e 12000 FTU/kg) para frangos de 1 a 16 dias, SHIRLEY & EDWARDS (2003) relataram melhoria no desempenho e na retenção de fósforo e nitrogênio das aves. Os mesmos autores afirmam ainda que as aves recebendo dietas com baixo fósforo total a base de milho e farelo de soja, podem obter o seu máximo desempenho suplementando com 12000 FTU de fitase/ kg de

ração e que as recomendações dessa enzima pelas indústrias precisam ser reavaliadas.

Portanto a utilização da enzima fitase depende ainda de um estudo econômico, que deve levar em consideração a relação custo/benefício. Além disso, deve-se considerar a questão da preservação do meio ambiente, não menos importante, porém bem mais difícil de ser incluída nos cálculos econômicos (SAYLOR, 2001).

4. Material e métodos

4.1 Local, período e aves experimentais

O experimento foi conduzido no Aviário Experimental do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – Unesp, Campus de Jaboticabal, no período de 08 de novembro a 20 de dezembro de 2006.

Foram utilizados 960 frangos de corte sexados, 50% macho e 50% fêmea com um dia de idade, da linhagem comercial Ross, onde os mesmos foram criados de 1 a 42 dias de idade, divididos em duas fases: inicial (1 a 21 dias de idade) e de crescimento (22 a 42 dias de idade).

4.2 Instalações e manejo das aves

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, com cobertura de telha metálica com isolamento de isopor, piso de concreto e paredes laterais com 0,60 metros de altura, completadas com tela de arame até o telhado, com cortinas externas móveis. O galpão era dividido em 80 boxes com 3,10 x 1,45 metros cada (área de 4,495 m² por box), sendo separados por tela de plástico com altura de 1,50 metros.

O aquecimento foi realizado por lâmpadas de infravermelho de 250 watts, garantindo uma temperatura em torno de 28 a 30° C, até a segunda semana de vida das aves.

A cama utilizada foi a de maravalha, a qual foi colocada atingindo uma espessura de 8 centímetros por box.

O programa de luz adotado foi o de 24 horas (natural + artificial), durante todo o período experimental.

Na fase inicial, foram utilizados comedouros tubulares infantis e bebedouros de pressão, sendo os mesmos substituídos gradativamente por comedouros tubulares adultos e bebedouros pendulares, após a primeira semana de idade das aves.

As aves vieram vacinadas do incubatório contra as doenças de Marek e Bouda Aviária e receberam mais duas vacinas de Gumboro e uma de Newcastle, aos 4,10 e 7 dias, respectivamente.

4.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições de 32 aves cada. Os tratamentos consistiram de uma dieta testemunha (T1 – controle) para cada fase experimental, inicial (1 a 21 dias) e crescimento (22 a 42 dias), formuladas com base nas recomendações de ROSTAGNO et al. (2005) e as outras quatro foram formuladas adicionando níveis crescentes da enzima fitase 25, 50, 75 e 100 g/tonelada, garantindo 250, 500, 750 e 1000 FTU de fitase/kg de ração. Ao adicionar a enzima fitase a matriz nutricional da mesma foi valorizada para garantir os mesmos níveis nutricionais da dieta testemunha (T1 – controle).

4.4 Rações experimentais

As rações foram formuladas para atender as exigências nutricionais das aves conforme recomendado por ROSTAGNO et al. (2005), as composições e os níveis nutricionais para as fases inicial e de crescimento são apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

A enzima fitase utilizada foi a Natuphos 10000, marca comercial registrada pela empresa BASF®, obtida por fermentações de fungos *Aspergillus niger*, tendo atividade inicial mínima, garantida pelo fabricante, de 10000 FTU/g do produto. Uma unidade de fitase (FTU) é a quantidade necessária de enzima para liberar um micromol de fósforo inorgânico em um minuto num substrato de sódio – fitato, à temperatura de

37° C e pH 5,5. O fabricante sugere a seguinte matriz nutricional para frangos de corte (Tabela 3), para a inclusão de 50 g da enzima/tonelada de ração, garantido 500 FTU/kg de ração.

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte na fase inicial (1 a 21 dias de idade) com inclusão de diferentes níveis da enzima fitase.

Ingredientes (%)	Controle	Níveis de inclusão da enzima fitase (FTU/kg)			
		250 FTU/kg	500 FTU/kg	750 FTU/kg	1000 FTU/kg
Milho grão	58,620	59,831	61,681	62,914	64,298
Farelo de soja 45%	35,090	34,665	34,022	33,593	33,037
Calcário	0,720	0,784	0,872	0,931	1,018
Fosfato bicálcico	2,030	1,779	1,395	1,138	0,754
Supl. Mineral Vitamínico*	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Sal comum	0,450	0,456	0,456	0,456	0,456
L-lisina HCL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DL-metionina	0,230	0,229	0,228	0,227	0,227
Óleo de soja	2,660	2,053	1,141	0,533	0,000
Fitase	0,000	0,0025	0,005	0,0075	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis calculados					
Energia metab. (kcal/kg)	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050
Proteína bruta (%)	21,14	21,14	21,14	21,14	21,14
Cálcio (%)	0,897	0,897	0,897	0,897	0,897
Fósforo disponível (%)	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480
Sódio (%)	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215
Lisina total (%)	1,122	1,122	1,122	1,122	1,122
Lisina dig. (%)	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006
Metionina total (%)	0,555	0,555	0,555	0,555	0,555
Met.dig. (%)	0,529	0,529	0,529	0,529	0,529
Met+Cist. total (%)	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890
Met.+Cist.dig. (%)	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
Triptofano total (%)	0,263	0,263	0,263	0,263	0,263
Trip. dig. (%)	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237

* – Enriquecimento por quilograma de ração: 8.000 UI vitamina A, 1.800 UI vitamina D₃, 12 mg vitamina E, 2 mg vitamina K₃, 1 mg vitamina B₁, 4 mg vitamina B₂, 1 mg vitamina B₆, 10 mcg vitamina B₁₂, 0,40 mg ácido fólico, 0,04 mg biotina, 28 mg niacina, 11 mg pantotenato de cálcio, 6 mg Cu, 0,10 mg Co, 1 mg I,

50 mg Fe, 65 mg Mn, 45 mg Zn, 0,21 mg Se, 500 mg cloreto de colina 50%, 1400 mg metionina, 60 mg coccidiostático, 12 mg antioxidante.

Tabela 2. Composição percentual das rações experimentais para frangos de corte na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade) com inclusão de diferentes níveis da enzima fitase.

Ingredientes (%)	Controle	Níveis de inclusão da enzima fitase (FTU/kg)			
		250 FTU/kg	500 FTU/kg	750 FTU/kg	1000 FTU/kg
Milho grão	66,082	67,615	69,170	70,314	71,462
Farelo de soja 45%	24,420	23,872	23,321	23,089	22,856
Glúten de Milho 60%	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
Calcário	0,650	0,730	0,803	0,875	0,947
Fosfato bicálcico	1,800	1,487	1,166	0,844	0,522
Supl.Mineral Vitamínico*	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,430	0,429	0,429	0,429	0,428
L-lisina HCL	0,027	0,034	0,041	0,038	0,035
DL-metionina	0,151	0,150	0,148	0,144	0,140
Óleo de soja	2,840	2,080	1,317	0,659	0,000
Fitase	0,000	0,0025	0,005	0,0075	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis calculados					
Energia Met. (kcal/kg)	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Proteína bruta (%)	19,00	19,000	19,000	19,000	19,000
Cálcio (%)	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785
Fósforo disponível (%)	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430
Sódio (%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Lisina total (%)	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
Lisina dig. (%)	0,804	0,804	0,804	0,804	0,804
Metionina total (%)	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Met.dig. (%)	0,448	0,448	0,448	0,448	0,448
Met+Cist. total (%)	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790
Met.+Cist.dig. (%)	0,739	0,739	0,739	0,739	0,739
Triptofano total (%)	0,209	0,209	0,209	0,209	0,209
Trip. dig. (%)	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188

* – Enriquecimento por quilograma de ração: 8.000 UI vitamina A, 1.800 UI vitamina D₃, 12 mg vitamina E, 2 mg vitamina K₃, 1 mg vitamina B₁, 4 mg vitamina B₂, 1 mg vitamina B₆, 10 mcg vitamina B₁₂, 0,40 mg ácido fólico, 0,04 mg biotina, 28 mg niacina, 11 mg pantotenato de cálcio, 6 mg Cu, 0,10 mg Co, 1 mg I, 50 mg Fe, 65 mg Mn, 45 mg Zn, 0,21 mg Se, 500 mg cloreto de colina 50%, 1400 mg metionina, 60 mg coccidiostático, 12 mg antioxidante.

Tabela 3. Matriz nutricional da enzima fitase Natuphos (10000 FTU/ g do produto), sugerida para frangos de corte utilizando 50g do produto por tonelada.

Nutrientes	Quantidades dos nutrientes (g do produto)
Energia Metabolizável (kcal/kg)	1.060.000
Proteína bruta (%)	4.500
Cálcio (%)	2.000
Fósforo disponível (%)	2.300
Lisina digestível (%)	240
Metionina digestível (%)	20
Cistina digestível (%)	60
Met.+Cist. digestível (%)	80
Triptofano digestível (%)	60
Treonina digestível (%)	260
Valina digestível (%)	316
Isoleucina digestível (%)	240
Leucina digestível (%)	416
Arginina digestível (%)	274
Fenilalanina digestível (%)	274
Histidina digestível (%)	118

4.5 Parâmetros avaliados

4.5.1 Desempenho

Ganho de peso (g)

O ganho de peso médio por ave foi determinado pela diferença entre as pesagens inicial e final de cada fase. Na fase inicial foi descontado o peso inicial das aves.

Peso médio (g)

O peso médio por aves foi determinado através da divisão do peso da parcela pelo número de aves.

Consumo de ração (g)

A ração fornecida a cada parcela foi pesada e acondicionada em baldes com tampa plástica, e o consumo médio de ração foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e a sobra de ração em cada fase de criação. O consumo médio de ração foi corrigido pela mortalidade em cada fase de criação.

Conversão alimentar

A conversão alimentar foi calculada dividindo – se o consumo total de ração pelo ganho de peso total.

Viabilidade criatória

A viabilidade criatória foi determinada utilizando – se a seguinte fórmula:

$$\text{VC (\%)} = [\text{núm. total de aves} - (\text{num. de aves mortas} + \text{descartes}) / \text{número total de aves}] \times 100$$

Índice de eficiência produtiva

O índice de eficiência produtiva foi obtido pela fórmula:

$$\text{IEP} = (\text{ganho de peso médio diário (g)} \times \text{viabilidade criatória (\%)} / (\text{conversão alimentar} \times 10)$$

Rendimento de carcaça e cortes

No final do experimento duas aves por parcela foram retiradas, sendo selecionadas pelo peso médio da parcela, identificadas através de anilhas e submetidas a um jejum alimentar de 6 horas. Após esse período as aves foram levadas para o Abatedouro Experimental, localizado no Aviário Experimental do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, onde as mesmas foram sacrificadas.

Foi obtido o peso individual de cada ave imediatamente antes do abate, para efetuar o cálculo do rendimento de carcaça. Os pesos dos cortes (peito, coxa + sobrecoxa, asa e dorso), foram pesados separadamente em balança digital com capacidade de 20,00 kg e precisão de 1,00 grama.

Os rendimentos de carcaça e cortes foram calculados pelas seguintes fórmulas:

Rendimento de carcaça (RC%) = (peso quente da carcaça sem vísceras, cabeça, pescoço e pés) x 100 / (peso vivo de abate).

Rendimento de peito = (peso do peito) x 100 / (peso da carcaça quente).

Rendimento de coxa + sobrecoxa = (peso da coxa + sobrecoxa) x 100 / (peso da carcaça quente).

Rendimento de asa e sobreasa = (peso da asa + sobreasa) x 100 / (peso da carcaça quente).

Rendimento de dorso = (peso do dorso) x 100 / (peso da carcaça quente).

4.5.2 Análise da densidade óssea

Foram sacrificadas 10 aves, 50% macho e 50% fêmea das repetições 1 a 5 de cada tratamento aos 21 e 42 dias de idade, para coleta do tibiotarso, os quais foram radiografados após extração dos tecidos moles e ligamentos.

Como referencial densitométrico nas tomadas radiográficas, foi utilizado um penetrômetro ou escada de alumínio (liga 6063, ABNT) de 12 degraus (0,5mm de

espessura para o primeiro degrau), variando de 0,5 em 0,5mm até o décimo; o décimo primeiro com 6,0mm de espessura; o décimo segundo com 8,0mm de espessura; cada degrau com $(5 \times 25\text{mm}^2)$ de área), que foi radiografado concomitantemente às peças ósseas.

Os filmes foram primeiramente identificados, revelados e fixados, em seguida foram aferidas as medidas da densidade óssea do tibiotarso esquerdo das aves, nas três regiões (epífise proximal, diáfise e epífise distal), para os cinco tratamentos, sendo que os valores de densidade óssea foram expressos em milímetros de alumínio (mmAl)

As leituras densitométricas foram realizadas após a digitalização das imagens radiográficas, em scanner apropriado para este tipo de material, e o armazenamento das mesmas em um microcomputador. Para tanto, foi utilizado um programa computacional "Image-Pro Plus Media Cybernetics", versão 4.1.

4.5.3 Teores de fósforo e nitrogênio das excretas

Aos 35 dias de idade, foram transferidos 2 frangos machos por parcela, totalizando 60 frangos, que foram alojados em gaiolas de arame galvanizado, adaptadas para receber as excretas, em delineamento inteiramente casualizado envolvendo os mesmos tratamentos da fase de crescimento, adotados no ensaio de desempenho. Foi utilizado o método de coleta total de excretas.

O ensaio teve duração de 8 dias, sendo 3 dias para adaptação às rações experimentais e 5 dias para coleta das excretas. Após o período de adaptação foram

adicionados 1,0% de óxido férrico, em todas as rações no primeiro e no último dia, como marcador do início e do término da coleta das excretas.

A água e a ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

As excretas coletadas foram armazenadas em freezer a -10°C até o final do período de coleta, quando então, foram descongeladas, devidamente homogeneizadas por repetição, pesadas e colocadas em estufa ventiladas por 72 horas a 55°C, onde foi efetuada a pré-secagem. Posteriormente foram expostas ao ambiente, para que haja equilíbrio com a temperatura e umidade ambiente, em seguida foram pesadas, moídas e acondicionadas para as análises posteriores.

Foram anotadas as quantidades de rações consumidas e de excretas produzidas.

As análises laboratoriais de matéria seca, das rações e das excretas foram feitas pelos métodos descritos por SILVA (1990). Os teores de fósforo e nitrogênio foram quantificados pelo Laboratório da Fatec S/A.

4.5.4 Análise da viabilidade econômica

Para analisar a viabilidade econômica da inclusão de diferentes níveis da enzima fitase sobre o desempenho de frangos de corte (1 a 42 dias de idade), foi utilizado o Índice Bioeconômico (IBE) desenvolvido por GUIDONI et al. (1994), onde esse índice será calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{IBE} = \text{GP} - (\text{PR} / \text{PF}) * \text{CR}$$

onde:

GP = ganho de peso médio no período por ave (g);

PR = preço médio do kg de ração (R\$);

PF = preço do kg do frango vivo (R\$);

CR = consumo médio de ração por ave (g).

Os preços do kg do frango e do custo da ração foram calculados levando em consideração a variação mensal do frango e das matérias primas das dietas.

O custo médio do kg de ração será obtido pela média de consumo e o custo da ração na respectiva fase de criação.

4.5.5 Análises estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento *General Linear Model* (GLM) do SAS® (SAS, Institute, 1996). Quando a análise de variância indicou efeito significativo ($p < 0,05$) foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5. Resultados e discussão

As médias, coeficientes de variação (CV%) e valores de F para os parâmetros de desempenho, viabilidade criatória, rendimento de carcaça, densidade

óssea, excreção de fósforo e nitrogênio e índice bioeconômico são apresentadas nas Tabelas 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11 respectivamente.

Desempenho na fase inicial (1 a 21 dias de idade)

De acordo com a Tabela 4, foram verificados que ocorreu efeito dos níveis de fitase ($p < 0,01$) para peso médio das aves, ganho de peso e conversão alimentar, não afetando somente o consumo de ração ($p > 0,05$). Para esses parâmetros o efeito negativo foi observado a partir da adição de 750 FTU de fitase/kg de ração (T4), sendo que a adição de 1000 FTU de fitase/kg de ração proporcionou o pior desempenho.

No estudo de MURATA et al. (2006) a adição de 750 e 1000 FTU de fitase/kg de ração, considerando-se a valorização da matriz nutricional da fitase, não indicou diferença para o desempenho na fase inicial de frangos de corte. Entretanto os autores não apresentam a composição da matriz nutricional utilizada.

Reduzindo os níveis de proteína e de fósforo disponível para frangos de corte na fase inicial (1 a 21 dias), SILVA et al. (2006) afirmaram que pode diminuir o nível de proteína e fósforo disponível para 17% e 0,34%, respectivamente, sem prejudicar o desempenho das aves, desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos e fitase.

Tabela 4. Médias dos parâmetros de desempenho avaliados na fase de 1 a 21 dias de idade para frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da enzima fitase.

Tratamentos	Parâmetros de desempenho na fase (1-21 dias de idade)			
	Peso Médio (g)	Ganho de Peso (g)	Consumo de Ração (g)	Conversão Alimentar (g/g)
Controle (T1)	761 A	718 A	1017	1,417 C
T2 – 250 FTU/kg	753 A	710 A	1026	1,444 BC
T3 – 500 FTU/kg	731 AB	688 AB	1005	1,462 BC
T4 – 750 FTU/kg	719 B	676 B	1007	1,490 AB
T5- 1000 FTU/kg	704 B	661 B	1005	1,521 A
Valor de F ¹	8,46**	8,46**	0,60ns	11,79**
CV (%)	2,71	2,88	2,83	1,96

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

¹ - ns – não significativo ($p > 0,05$); * - significativo ($p < 0,05$); ** - significativo ($p < 0,01$).

CONTE et al. (2003), trabalhando com a inclusão de 15% de farelo de arroz integral e quatro níveis de inclusão de fitase na fase inicial, relataram que o consumo de ração e o peso vivo aumentaram com a inclusão da enzima, enquanto que a conversão alimentar não foi afetada pelos fatores estudados. O mesmo foi observado por WATSON et al. (2006), os quais reduzindo fósforo disponível e cálcio das dietas averiguaram que a adição da enzima fitase aumentou o ganho de peso e o consumo de ração, não afetando a conversão alimentar.

Utilizando baixos níveis de fósforo disponível e inclusão de fitase, PÉRSIA & SAYLOR (2006) demonstraram que a fitase melhorou o desempenho de frangos de

corte de 8 a 22 dias, entretanto ANGEL et al. (2006) não obtiveram diferença no desempenho na fase inicial incluindo fitase em rações com baixo fósforo disponível.

Os resultados obtidos para a fase inicial indicam que a inclusão de níveis superiores a 500 FTU de fitase/kg de ração determinam diminuição nos níveis nutricionais da dieta, indicando neste caso que a sua matriz pode estar supervalorizada, e confirmando desta forma a recomendação do fabricante de 500 FTU de fitase/kg de ração.

Desempenho na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade)

Para a fase de crescimento (Tabela 5) a adição de fitase determinou um comportamento semelhante ao observado na fase inicial, onde apenas o consumo de ração não foi afetado ($p>0,05$) pelos níveis utilizados da enzima. Para o peso médio das aves a partir da adição de 500 FTU de fitase/kg de ração já observou-se efeito negativo em relação ao tratamento controle (T1), embora não tenha diferido em relação à adição de 250 FTU de fitase/kg de ração, sendo o pior resultado determinado pela adição de 1000 FTU de fitase/kg de ração. Por outro lado, para ganho de peso o efeito negativo só foi observado a partir da adição de 750 FTU de fitase/kg de ração. Para a conversão alimentar só ocorreu diferença entre o tratamento controle e o da adição de 1000 FTU de fitase/kg de ração, onde a adição da enzima fitase neste nível determinou pior resultado.

Realizando teste com diferentes inclusões de fitase e níveis decrescentes de fósforo, WU et al. (2004), encontraram efeito linear e quadrático para o ganho de peso e

a conversão alimentar na fase de crescimento, onde o desempenho melhorou com o aumento da inclusão da enzima, concordando com VIVEROS et al. (2002), os quais trabalhando com dois níveis de fósforo e com adição de fitase observaram aumento no ganho de peso de 22 a 42 dias, embora não tenham relatado diferença no consumo de ração e na conversão alimentar.

Tabela 5. Médias dos parâmetros de desempenho avaliados na fase de 22 a 42 dias de idade para frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da enzima fitase.

Tratamentos	Parâmetros de desempenho na fase (22-42 dias idade)			
	Peso Médio (g)	Ganho de Peso (g)	Consumo de Ração (g)	Conversão Alimentar (g/g)
Controle (T1)	2398 A	1637 A	3323	2,030 B
T2 – 250 FTU/kg	2328 AB	1578 AB	3227	2,045 AB
T3 – 500 FTU/kg	2304 BC	1573 AB	3252	2,068 AB
T4 – 750 FTU/kg	2282 BC	1562 B	3255	2,083 AB
T5 - 1000 FTU/kg	2240 C	1536 B	3203	2,085 A
Valor de F ¹	8,41**	4,84**	2,30ns	3,44**
CV (%)	2,14	2,62	2,24	1,52

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

¹ - ns – não significativo ($p > 0,05$); * - significativo ($p < 0,05$); ** - significativo ($p < 0,01$).

Os resultados do presente estudo diferem dos apresentados na literatura, principalmente pelo fato dos mesmos não levarem em consideração a matriz nutricional da enzima fitase, o que indica mais uma vez que a matriz nutricional preconizada pelo

fabricante da enzima avaliada torna-se inadequada quando utilizada em níveis superiores à indicação comercial (500 FTU de fitase/kg de ração).

Desempenho na fase total de criação (1 a 42 dias de idade)

Na fase de 1 a 42 dias de idade (Tabela 6) a utilização de diferentes níveis de inclusão da enzima fitase, considerando-se sua matriz nutricional, afetou significativamente o ganho de peso, a conversão alimentar e o índice de eficiência produtiva ($p < 0,01$), não afetando entretanto o consumo de ração e a viabilidade criatória ($p > 0,05$).

O ganho de peso e o índice de eficiência produtiva começaram a se tornar inferiores em relação ao tratamento controle a partir a adição de 500 FTU de fitase/kg de ração, sendo que em ambos os casos não ocorreram diferenças entre esse nível e o nível de 1000 FTU de fitase/kg de ração. Para conversão alimentar só ocorreu diferença entre o tratamento controle e os da adição de 750 e 1000 FTU de fitase/kg de ração, sendo que a adição da enzima piorou os resultados.

Os resultados obtidos para a fase total de criação (Tabela 6) refletem o ocorrido nas fases inicial e de crescimento, sendo que o aumento no nível de fitase determinou piora no desempenho, contrariando o observado na literatura, onde a adição de diferentes níveis de fitase melhorou o desempenho das aves (TEJEDOR et al., 2001; LAN et al., 2002; WU et al., 2004). Entretanto, nestes trabalhos a matriz nutricional da enzima fitase não foi considerada na formulação das rações, avaliou-se

apenas o efeito da fitase sobre a disponibilização do fósforo fítico e demais nutrientes complexados à molécula de fitato.

Tabela 6. Médias de desempenho, viabilidade criatória e índice de eficiência produtiva (IEP) avaliados de 1 a 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da enzima fitase.

Parâmetros avaliados na fase (1 a 42 dias de idade)					
Tratamentos	Ganho de Peso (g)	Consumo de Ração (g)	Conversão Alimentar (g/g)	Viabilidade Criatória (%)	IEP
Controle (T1)	2355 A	4340,64	1,843 B	97,43	296 A
T2 – 250 FTU/kg	2289 AB	4253,42	1,859 AB	96,85	284 AB
T3 – 500 FTU/kg	2261 BC	4258,11	1,883 AB	95,32	272 B
T4 – 750 FTU/kg	2239 BC	4262,47	1,904 A	97,43	272 B
T5-1000 FTU/kg	2191 C	4208,42	1,898 A	98,44	268 B
Valor de F ¹	8,64**	1,99ns	5,07**	1,21ns	5,73**
CV (%)	2,17	1,94	1,49	2,63	4,17

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

¹ - ns – não significativo ($p > 0,05$); * - significativo ($p < 0,05$); ** - significativo ($p < 0,01$).

Rendimento de Carcaça

Como podemos observar na Tabela 7, os parâmetros de rendimento de carcaça não sofreram efeito da adição de quantidades crescentes de fitase considerando-se sua matriz nutricional na formulação das rações ($p > 0,05$), com exceção do rendimento de coxa e sobrecoxa, onde a adição de fitase em 750 e 1000

FTU de fitase/kg de ração determinaram menores valores ($p < 0,01$) em relação ao tratamento controle, embora estes não tenham diferido dos demais tratamentos.

Tabela 7. Médias para os parâmetros de rendimento de carcaça avaliados aos 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da enzima fitase.

Tratamentos	Parâmetros de rendimento de carcaça e partes				
	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa e Sobrecoxa (%)	Asa e Sobreasa (%)	Dorso (%)
Controle (T1)	69,09	32,91	32,39 A	10,75	22,49
T2 – 250 FTU/kg	69,97	32,47	31,22 AB	10,75	23,61
T3 - 500 FTU/kg	69,14	33,24	31,55 AB	11,19	22,77
T4 - 750 FTU/kg	68,69	31,84	30,63 B	11,01	22,83
T5-1000 FTU/kg	69,51	32,82	30,70 B	10,58	23,14
Valor de F ¹	0,83ns	1,10ns	4,00**	1,06ns	0,66ns
CV (%)	2,66	5,38	3,97	7,49	7,95

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

¹ - ns – não significativo ($p > 0,05$); * - significativo ($p < 0,05$); ** - significativo ($p < 0,01$).

Densidade óssea na fase inicial (1 a 21 dias de idade)

Os níveis de fitase afetaram significativamente ($p < 0,05$) os parâmetros de densidade óssea (Tabela 8 e Gráfico 1, 2 e 3). Para densidade óssea na epífise proximal só ocorreu diferença entre os tratamentos com adição de 500 e 750 FTU/kg, sendo a maior densidade para o nível de 500 FTU de fitase/kg de ração, entretanto os demais níveis não diferiram entre si. Para diáfise só ocorreu diferença entre o

tratamento controle e os com a adição de 750 e 100 FTU de fitase/kg de ração, sendo estes tratamentos os que apresentaram os menores valores. Os tratamentos com adição de fitase em 250, 750 e 1000 FTU de fitase/kg de ração determinaram menor densidade óssea na epífise distal, enquanto os tratamentos controle e com 500 FTU de fitase/kg de ração os maiores valores.

Tabela 8. Médias e valores da análise de variância da epífise proximal, diáfise e epífise distal do tibiotarso de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade para frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da enzima fitase.

Tratamentos	Parâmetros de densidade óssea na fase (1-21 dias de idade)		
	Epífise Proximal (mmAl)	Diáfise (mmAl)	Epífise Distal (mmAl)
Controle (T1)	1,8944 AB	2,3677 A	1,5317 A
T2 – 250 FTU/kg	1,7356 AB	1,9454 AB	1,2577 B
T3 – 500 FTU/kg	2,0585 A	2,1144 AB	1,5065 A
T4 – 750 FTU/kg	1,6042 B	1,8209 B	1,1671 B
T5- 1000 FTU/kg	1,6660 AB	1,8298 B	1,1885 B
Valor de F ¹	3,53*	3,42*	2,58*
CV (%)	17,31	19,50	26,01

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si (p<0,05) pelo teste de Tukey.

¹ - ns – não significativo (p > 0,05); * - significativo (p < 0,05); ** - significativo (p < 0,01).

A maioria dos estudos que relacionam a adição de enzima fitase a uma maior disponibilidade de fósforo e conseqüente aumento da deposição do mesmo nos ossos, faz mensurações através da porcentagem de cinzas e fósforo nos ossos e resistência óssea (BANKS et al., 2004; PAYNE et al., 2005; PERSIA & SAYLOR, 2006 e

MARTINEZ et al., 2006). Esses estudos indicam que a adição da enzima fitase, em dietas com diferentes níveis de fósforo disponível, promove maior deposição de cinzas ou resistência óssea das tíbias. No entanto pode – se verificar pelos resultados encontrados que a adição de 750 e 1000 FTU/kg de ração de fitase apresentaram efeito negativo para a densidade óssea para as três regiões analisadas.

Gráfico 1. Média da epífise proximal (mmAl) aos 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da enzima fitase.

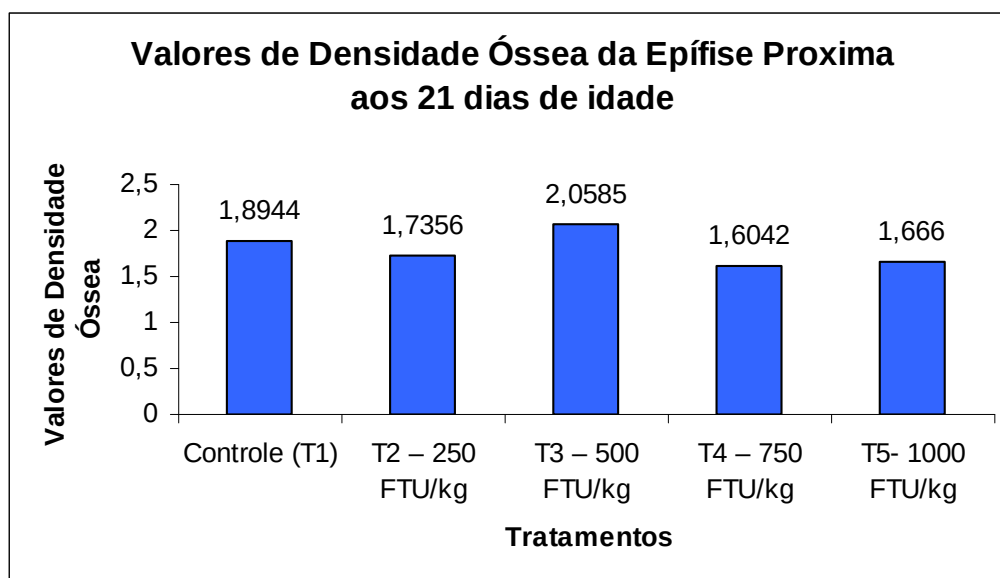


Gráfico 2. Média da diáfise (mmAl) aos 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da enzima fitase.

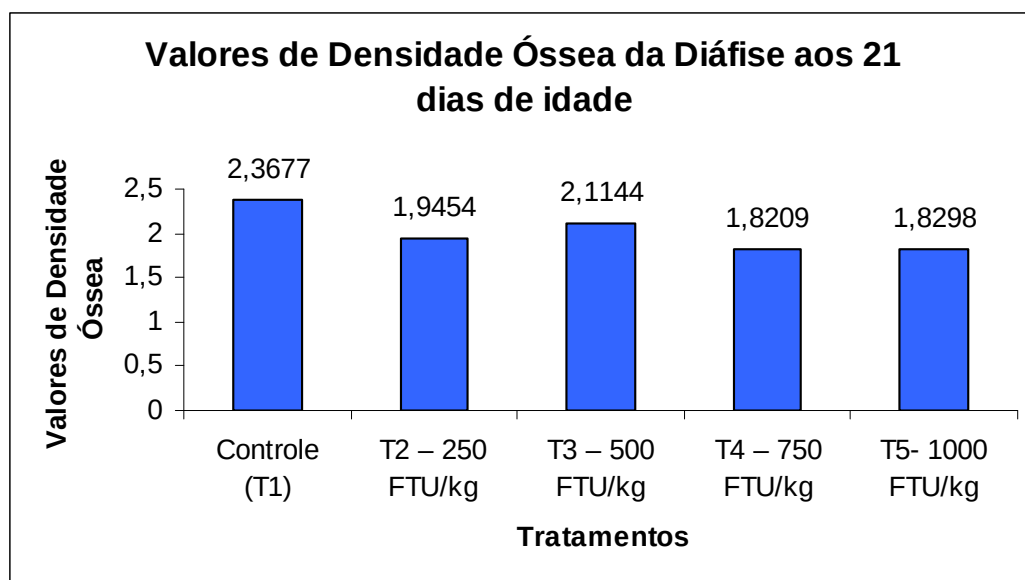
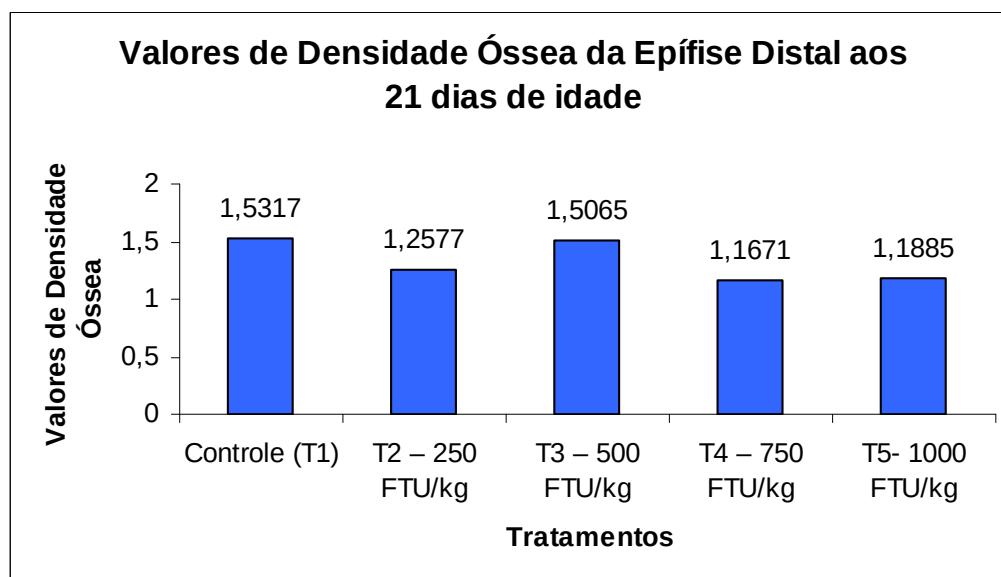


Gráfico 3. Média da epífise distal (mmAl) aos 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da enzima fitase.



No estudo de ONYANGO et al. (2004) com frangos de corte na fase inicial, a inclusão da enzima fitase (1000 FTU/kg de ração) em rações a base de milho e farelo de soja com níveis de fósforo reduzido, aumentou a densidade óssea além de aumentar também a quantidade de minerais no osso, resistência óssea e porcentagem de cinzas.

Densidade óssea na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade)

Como podemos observar na Tabela 9 e nos Gráficos 4, 5 e 6, a inclusão da fitase afetou a densidade óssea dos segmentos do osso tibiotarso ($p < 0,01$). A maior densidade óssea na epífise proximal foi observada no tratamento controle embora este valor não tenha diferido ($p < 0,05$) em relação ao tratamento com adição de 750 FTU de fitase/kg de ração. Para a diáfise os menores valores de densidade foram obtidos com a adição de 250, 500 e 1000 FTU de fitase /kg de ração. Por outro lado, a maior densidade da epífise distal foi observada no tratamento controle, enquanto em todos os níveis de inclusão da fitase os valores de densidade foram inferiores.

De uma forma geral a adição de fitase não determinou maior densidade óssea do osso tibiotarso em relação ao tratamento controle, o que pode ser um indicativo que essas aves ingeriram e tiveram a sua disposição menores quantidades de minerais. BRUNO (2002), avaliando o efeito da restrição alimentar em frangos de corte, observou que a restrição determinou menor densidade óssea em relação a alimentação *ad libitum*.

SCHEIDELER & FERKET (2000) observaram que dietas com níveis reduzidos de fósforo disponível e suplementadas com fitase determinavam menor

incidência de discondroplasia tibial. Por outro lado, CATALÁ–GREGORI et al. (2006) observaram que aves alimentadas com rações contendo diferentes níveis de fósforo total e suplementadas com fitase apresentaram menor porcentagem de cinzas nos ossos.

Tabela 9. Médias e valores da análise de variância da epífise proximal, diáfise e epífise distal do tibiotarso de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade para frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da enzima fitase.

Tratamentos	Parâmetros de densidade óssea na fase (22-42 dias de idade)		
	Epífise Proximal (mmAl)	Diáfise (mmAl)	Epífise Distal (mmAl)
Controle (T1)	2,3556 A	2,2274 A	1,9164 A
T2 – 250 FTU/kg	1,8357 B	1,6669 B	1,1824 B
T3 – 500 FTU/kg	1,7429 B	1,7441 B	1,2006 B
T4 – 750 FTU/kg	2,0171 AB	2,1942 A	1,5058 B
T5- 1000 FTU/kg	1,8748 B	2,2707 A	1,4196 B
Valor de F ¹	5,57**	8,09**	9,81**
CV (%)	16,34	15,97	20,82

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

¹ - ns – não significativo ($p > 0,05$); * - significativo ($p < 0,05$); ** - significativo ($p < 0,01$).

Gráfico 4. Média da epífise proximal (mmAl) aos 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da enzima fitase.

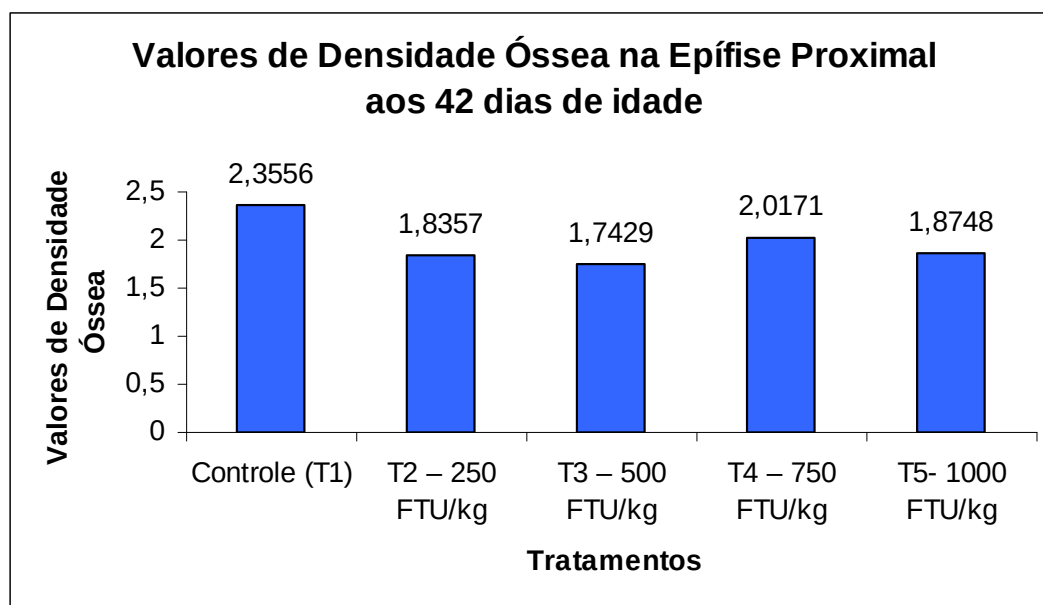


Gráfico 5. Média da diáfise (mmAl) aos 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da enzima fitase.

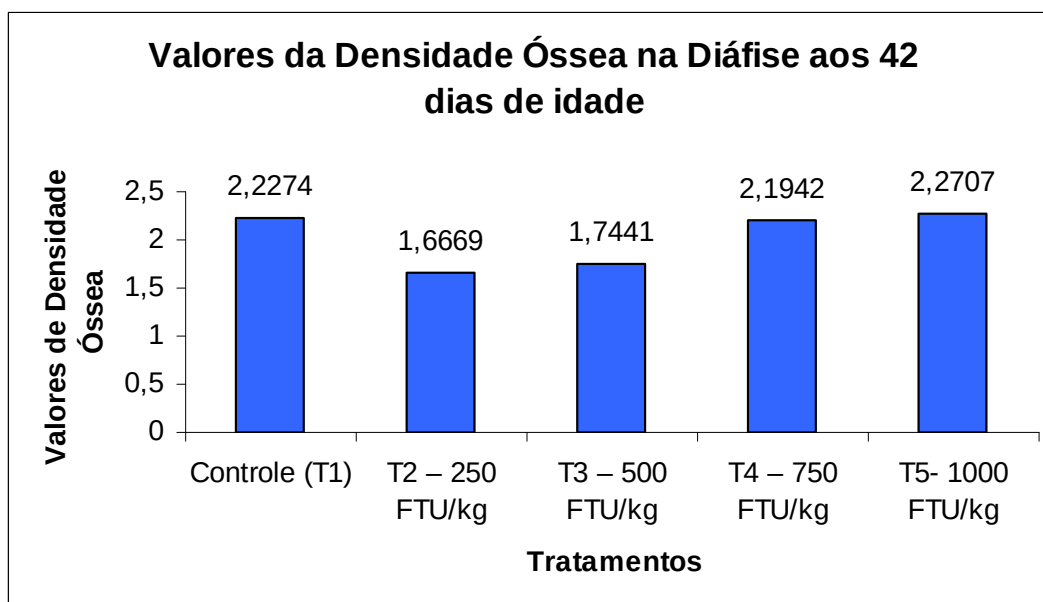
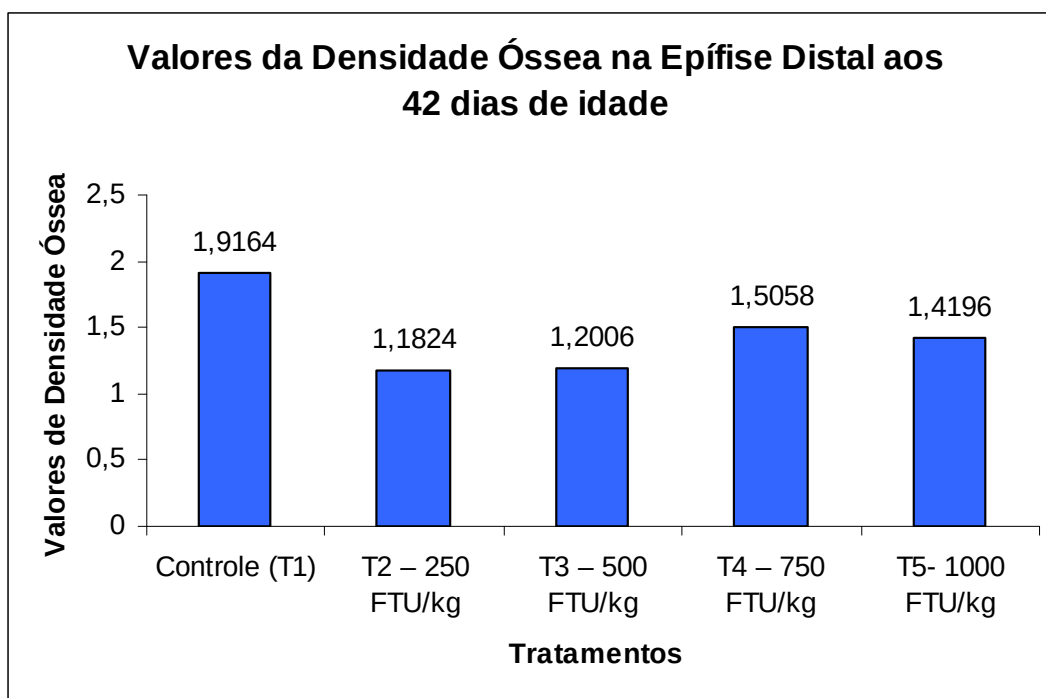


Gráfico 5. Média da diáfise (mmAl) aos 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da enzima fitase.



Teores de fósforo e nitrogênio das excretas

Os resultados das características quantitativas e qualitativas da excreta de frangos de corte são apresentados na Tabela 10. Houve efeito significativo ($p < 0,01$) somente para as quantidades de fósforo ingerido excretado.

Ao comparar o fósforo ingerido e excretado do tratamento controle (T1) com os demais tratamentos, verifica-se redução na ingestão de aproximadamente 2, 6, 10 e 20%, e conseqüentemente na excreção, sendo estes valores 7, 12, 23 e 38%,

constatando que o tratamento com adição de 1000 FTU de fitase/kg de ração apresentou o menor valor ($p < 0,01$) de fósforo ingerido e excretado.

Tabela 10. Médias para as características quantitativas (matéria seca ingerida (MSI) e excretada (MSE) e qualitativas (fósforo e nitrogênio ingerido (PI e NI) e fósforo e nitrogênio excretado (PE e NE)) das excretas de frangos de corte, com base na matéria seca.

Tratamentos	Parâmetros					
	MSI (g)	PI (g)	NI (g)	MSE(g)	PE (g)	NE (g)
Controle (T1)	648	4,14 A	20,65	173	3,06 A	10,98
T2 – 250 FTU/kg	640	4,03 A	21,13	162	2,84 AB	10,76
T3 - 500 FTU/kg	659	3,89 A	20,45	182	2,70 AB	11,82
T4 - 750 FTU/kg	685	3,70 AB	21,31	188	2,34 BC	11,14
T5-1000 FTU/kg	659	3,29 B	22,52	185	1,88 C	11,80
Valor de F ¹	0,57ns	6,34**	1,35ns	2,51ns	14,77**	0,22ns
CV (%)	8,41	8,52	8,04	9,66	11,48	7,51

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

¹ - ns – não significativo ($p > 0,05$); * - significativo ($p < 0,05$); ** - significativo ($p < 0,01$).

O efeito da fitase em dietas com níveis reduzidos de fósforo disponível evidenciam a eficiência dessa enzima sobre a utilização do fósforo complexado ao inositol, concordando assim com TEJEDOR et al. (2001), SHIRLEY & EDWARDS (2003), TAMIM et al. (2004) e LAURENTIZ et al. (2007), demonstrando que é possível reduzir o potencial poluente das excretas de aves mediante ajuste da matriz nutricional da enzima fitase.

Apesar do aumento na adição da enzima fitase ter promovido uma redução na excreção de fósforo, o que representa um benefício ambiental, a valorização da

matriz nutricional enzima quando utilizada para níveis acima de 500 FTU de fitase/kg de ração comprometeu o desempenho as aves.

Avaliação da viabilidade econômica

Os valores econômicos (Tabela 11), associados aos índices de desempenho, podem auxiliar na decisão da escolha do nível ideal de inclusão da enzima fitase, valorizando sua matriz nutricional.

Tabela 11. Parâmetros do custo das formulas na avaliação da viabilidade econômica.

Tratamentos	Custo R\$ / kg da ração			IBE
	Fase 1 – 21 dias	Fase 22 – 42 dias	Média Ponderada	
Controle (T1)	0,5477	0,5738	0,5677	815,12
T2 – 250 FTU/kg	0,5413	0,5659	0,5599	800,28
T3 – 500 FTU/kg	0,5315	0,5579	0,5517	793,02
T4 – 750 FTU/kg	0,5251	0,5509	0,5448	787,33
T5 - 1000 FTU/kg	0,5186	0,5439	0,5379	782,76

Ao realizar as comparações dos demais tratamentos com o tratamento controle, verificou-se que os diferentes níveis da enzima, com as respectivas matrizes nutricionais, proporcionaram redução no custo por quilo da ração (média ponderada) de 1,37%; 2,82%; 4,03% e 5,25%, respectivamente para os tratamentos com 250, 500, 750 e 1000 FTU de fitase/kg de ração, e quanto ao índice bioeconômico (IBE) esta redução foi de 1,82%; 2,27%; 3,41% e 3,97% para os mesmos tratamentos, demonstrando

assim, mesmo com a queda do custo do quilo de ração, o efeito negativo da matriz nutricional da fitase sobre o IBE.

Esta redução no custo da ração se deve, principalmente, à redução na inclusão de óleo de soja e do fosfato bicálcico (Tabelas 1 e 2), entretanto, na tentativa de reduzir a queda do desempenho das aves, NASCIMENTO et al. (2006), em um levantamento econômico da matriz nutricional da enzima fitase, concluíram que possíveis alterações podem ser realizadas na matriz nutricional, fazendo ajustes para as diferentes fases de criações e esta variação vai depender de uma avaliação do custo/benefício.

6. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho podemos concluir que a inclusão da enzima fitase valorizando a sua matriz nutricional, em níveis acima de 500 FTU de fitase/kg de ração comprometeu o desempenho e a qualidade óssea das aves.

Embora a utilização da matriz nutricional tenha promovido redução na excreção de fósforo e no custo das rações, a mesma determinou também perdas econômicas.

7. Implicações

A inclusão de diferentes níveis da enzima fitase valorizando a sua matriz nutricional na formulação das rações prejudicou o desempenho de frangos de corte na

fase inicial (1 a 21 dias de idade), de crescimento (22 a 42 dias de idade) e total (1 a 42 dias de idade).

Com relação à densidade óssea, em ambas fase, a adição de fitase piorou a densidade óssea das aves.

Apesar da inclusão da enzima ter diminuído a excreção de fósforo e o custo das rações, diminuiu também o índice bioeconômico, onde se considera o desempenho das aves e os custos das rações e do frango.

Uma hipótese para essa piora no desempenho das aves, densidade óssea e índice bioeconômico é que a enzima fitase não conseguiu liberar a quantidade de nutrientes preconizadas na sua matriz nutricional, causando desse modo deficiência de um ou vários nutrientes e, portanto, impossibilitando as aves de atingirem o seu potencial genético.

No entanto não podemos contestar que a inclusão da enzima fitase é fato concretizado e sua eficiência em alguns casos e situações é consolidada e comprovada, portanto sugerimos a condução de mais estudos com ajustes na matriz nutricional da enzima fitase avaliada.

8. Referências bibliográficas

ABEF. Associação brasileira dos produtores e exportadores de carne de frango.

Disponível em: < www.abef.com.br >. Acesso em: 25 de agosto de 2007.

ANGEL, R.; SAYLOR, W.W.; MITCHELL, A.D.; POWERS, W.; APPEGLATE, T.J. Effect of dietary phosphorus, phytase, and 25 – hydroxycholecalciferol on broiler chicken bone mineralization, litter phosphorus, and processing yields. **Poultry Science**, v. 85, p. 1200 – 1211, 2006.

ARAÚJO, C. S. S.; ARTONI, S. M. B.; ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; LOUZADA, M. J. Q.; OLIVEIRA, D. Densidade óssea de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio durante a fase final de criação. **Acta Animal Science**, v. 28, p. 203 – 208, 2006.

BANKS, K.M.; THOMPSON, K.L.; JAYNES, P.; APPLEGATE, T.J. The effect of copper on the efficacy of phytase, growth, and phosphorus retention in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 83, p. 1335 – 1341, 2004.

BORGES, F.M.O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Caderno Técnico da escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, n.20, p.5-30, 1997.

BURWELL, R.G. The growth of bone. In: Buttery, B.J.; Haynes, N.B.; Lindsay, D.B. (Eds.). **Control and manipulation of animal growth**, 1986.

CATALÁ–GREGORI, P.; GARCÍA, V.; HERNÁNDEZ, F.; MADRID, J.; CERÓN, J.J. Response of broilers to feeding low – calcium and phosphorus diets plus phytase under

different environmental conditions: Body weight and tibiotarsus mineralization. **Poultry Science**, v. 85, p. 1923 – 1931, 2006.

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, n. 5. p. 1147 – 1156, 2003.

CONTE, A.J.; TEIXEIRA, A.S.; FIGUEIRÊDO, A.V.; VITTI, D.M.S.S.; FILHO, J.C.S. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo do farelo de arroz em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 547 – 552, 2002.

COOK, M.E. Skeletal deformities and their causes: Introduction. **Poultry Science**, v. 79, p. 982 – 984, 2000.

COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. **I Simpósio Internacional ACAV – Embrapa sobre nutrição de aves**, Concórdia – SC, 1999.

COWIESON, A.J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M.R. Supplementation of corn – soy – based diets with an *Eschericia coli* – derived phytase: Effects on broilers chick performance and the digestibility of amino acids and metabolizability of minerals and energy. **Poultry Science**, v. 85, p. 1389 – 1397, 2006.

COWIESON, A.J.; ACAMOVIC,T.; BEDFORD,M.R. Phytic acid and phytase: Implications for protein utilization by poultry. **Poultry Science**, v. 85, p. 878 – 885, 2006.

FIELD, R.A. Ash and calcium as measures of bone in meat and bone mixtures. **Meat Science**, n. 55, p. 255 – 264, 1999.

FERNANDES, E.A. et al. Avaliação da adição de enzima fitase em dietas de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Suplemento 5, p.33, 2003.

LAN, G.Q.; ABDULLAH, N.; JALALUDIN, S.; HO, Y.W. Efficacy of supplementation of a phytase – producing bacterial culture on the performance and nutrient use of broiler chickens fed corn – soybean meal diets. **Poultry Science**, v. 81, p. 1522 – 1532, 2002.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. Growth of farm animals. **CAB International**: New York, p. 26 – 101, 1997.

MARTINEZ – AMEZCUA, C.; PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. Effect of microbial phytase and citric acid on phosphorus bioavailability, apparent metabolizable energy, and amino acid digestibility in distillers dried grains with solubles in chicks. **Poultry Science**, v. 85, p. 470 – 475, 2006.

MURATA, L.S.; OLIVEIRA, A.S.C.; CORDEIRO, C.D.C.; MCMANUS, C.M.; REZENDE, M.J.M.; SANTANNA, A.P. Desempenho de frangos de corte consumindo dieta com diferentes níveis de fitase. **Brazilian Journal of Poultry Science**, supl. 8, p. 133, 2006.

NAHM, K.H. Efficient feed nutrient utilization to reduce pollutants in poultry and swine manure. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v.32, p.1-16, 2002.

NASCIMENTO, S.T.; VERCESE, F.; CASTRO, C.S.; LAURENTIZ, A.C.; NETO M. C.; OKUDA, H.T.; FILARDI, R.S. Levantamento econômico sobre a matriz nutricional da enzima fitase na formulação de rações para frangos de corte. In: III SECAP, **Anais...**, UNESP – Ilha Solteira, 2006.

ONYANGO, E.M.; BEDFORD, M.R.; ADEOLA, O. The yeast production system in which *Escherichia coli* phytase is expressed may affect growth performance, bone ash, and nutrient use in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 83, p. 421 – 427, 2004.

PAYNE, R.L.; LAVERGNE, T.K.; SOUTHERN, L.L. A comparison of two sources of phytase in liquid and dry forms in broilers. **Poultry Science**, v. 84, p. 265 – 272, 2005.

PENZ Jr, A.M. Enzima em rações para aves e suínos. In.: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 35a. Simpósio Sobre Aditivos Na Produção De Ruminantes e Não - Ruminantes, 1998, Botucatu. **Anais**. Botucatu-SP:SBZ, p. 165-178, 1998.

PERSIA, M.E. and SAYLOR, W.W. Effects of broiler strain, dietary nonphytate phosphorus, and phytase supplementation on chick performance and tibia ash. **Journal Applied Poultry Research**, v. 15, p. 72 – 81, 2006.

RAVINDRAN, V.; MOREL, P.C.H.; PARTRIDGE, G.G.; HRUBY, M.; SANDS, J.S. Influence of an *Escherichia coli* – derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets containing varying concentrations of phytic acid. **Poultry Science**, v. 85, p. 82 – 89, 2006.

RAVINDRAN, V., BRYDEN, W.L.; KORNEGAY, E.T. Phytates: Occurrence, biavailability and implications in poultry nutrition. **Poultry and Avian Biology Reviews**, v.6, n.2, p.125-143, 1995.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais. (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos)**. 2ª Edição. Viçosa: UFV, p. 186, 2005.

SAYLOR, W.W. Técnicas de reducción de fósforo: manejo nutricional en pollo de engorda. **Industria Avícola**, v.48, p.24-31, 2001.

SHELTON, J.L. et al. Evaluation of the nutrient matrix values for phytase in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.13, p.213-221, 2004.

SHIRLEY, R.B. and EDWARDS, JR, H.M. Graded levels of phytase past industry standards improves broiler performance. **Poultry Science**, v. 82, p. 671 – 680, 2003.

SHOULTEN, 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**, v. 3(1), p., 2002.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa:UFV, p. 165, 1990.

SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T.; FASSANI, E.J.; PEREIRA, C.R. Redução de proteína e fósforo em ração com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 840 – 848, 2006.

TAMIM, N.M.; ANGEL, R.; CHRISTMAN, M. Influence of dietary calcium and phytase on phytate phosphorus hydrolysis in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 83, p. 1358 – 1367, 2004.

TEJEDOR, A.A. et al. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.802-808, 2001.

VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I.; CENTENO, C. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzymes activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, v. 81, p. 1172 – 1183, 2002.

WATKINS, B.A. **Longitudinal growth and modeling of bone**. Disponível em: < www.hubbardfarms.com. >. Acesso em: 25 de maio de 2007.

WHITEHEAD, C.C. A review of nutritional and metabolic factors involved in dyschondroplasia in poultry. **Journal Applied Poultry Research**, v. 13, p. 1 – 16, 1998.

WU, Y.B.; RAVINDRAN, V.; HENDRIKS, W.H.; MOREL, P.C.H.; PIERCE, J. Evaluation of a microbial phytase, produced by solid state fermentation, in broiler diets 1. Influence on performance, toe ash contents, and phosphorus equivalency estimates. **Journal Applied Poultry Research**, v. 13, p. 373 – 383, 2004.

WU, Y.B.; RAVINDRAN, V.; HENDRIKS, W.H.; MOREL, P.C.H.; PIERCE, J. Evaluation of a microbial phytase, produced by solid state fermentation, in broiler diets II. Influence on phytase hydrolysis, apparent metabolizable energy, and nutrient utilization. **Journal Applied Poultry Research**, v. 13, p. 561 – 569, 2004.

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 diet. 2. Modified early phosphorus levels. **Journal Applied Poultry Research**, v. 13, p. 394 – 400, 2004.

.