

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**BIODISPONIBILIZAÇÃO DO FÓSFORO,
INCREMENTO DE ENERGIA E DIGESTIBILIDADE
DE NUTRIENTES NA DIETA DE FRANGOS DE
CORTE CONTENDO EXOENZIMA FITASE**

Fernanda Heloisa Litz

Médica Veterinária

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS – BRASIL

2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**BIODISPONIBILIZAÇÃO DO FÓSFORO,
INCREMENTO DE ENERGIA E DIGESTIBILIDADE
DE NUTRIENTES NA DIETA DE FRANGOS DE
CORTE CONTENDO EXOENZIMA FITASE**

Fernanda Heloisa Litz

Orientador: Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – UFU, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias (Produção Animal).

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS – BRASIL

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

L782b Litz, Fernanda Heloisa, 1987-
2013 Biodisponibilização do fósforo, incremento de energia e digestibilidade de nutrientes na dieta de frangos de corte contendo exoenzima fitase / Fernanda Heloisa Litz. -- 2013.
51 f..

Orientador: Evandro de Abreu Fernandes.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.
Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. Frango de corte – Nutrição - Teses. 3. Dieta Em veterinária - Teses. I. Fernandes, Evandro de Abreu. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU: 619

*“As pessoas que vencem neste mundo
são as que procuram as circunstâncias de que precisam
e quando não as encontram, as criam.”*
(George Bernard Shaw)

DEDICO

À Deus, à minha família, ao
meu noivo Danilo e a toda
equipe do Aviex

AGRADECIMENTOS

A Deus, a base de tudo

A minha família por todo o amor e apoio durante minha vida, em especial aos meus pais Almir e Beatriz, por todos os valores e ensinamentos que me foram passados durante todos esses anos

Ao meu noivo Danilo, por todos os anos de companheirismo, amor e apoio

Ao Prof. Evandro de Abreu Fernandes, mais do que um orientador, um amigo e por todos os ensinamentos e sua dedicação à pesquisa que me mostram um verdadeiro profissional o qual me serve de inspiração

A Prof. Mara, por todo o apoio e ajuda desde a graduação

As minhas amigas e colegas do mestrado pela companhia em todos esses anos, em especial à Carla, Sílvia, Raquel

Ao Aviex, por todo o empenho, ajuda e trabalho na busca em desenvolver trabalhos de qualidade na nutrição de aves, em especial às minhas queridas amigas: Carol, Julyana, Marina, Márcia por todo o companheirismo e momentos de diversão, com certeza aprendi muito com todas vocês

A todas as demais pessoas que estiveram envolvidas na elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
I. INTRODUÇÃO.....	15
II. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Fósforo.....	17
2.2 Fitato.....	18
2.3 Fontes de fósforo.....	20
2.4 Enzima fitase.....	21
2.5 Utilização da fitase em frangos de corte.....	23
III. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 Localização e época de realização.....	25
3.2 Aves e instalações.....	25
3.3 Delineamento e tratamentos experimentais.....	25
3.4 Manejo experimental.....	32
3.5 Análises estatísticas.....	33
IV.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
V. CONCLUSÃO.....	43
VI. REFERÊNCIAS	44
ANEXOS.....	51

ABREVIATURAS

ADP: adenosina difosfato

ATP: adenosina trifosfato

Ca:Cálcio

CaC: cálcio da carcaça

CEUA: Comitê de Ética na Utilização de Animais

DA: digestibilidade do alimento

DCa:digestibilidade do cálcio

DEE: digestibilidade do extrato etéreo

DNA: ácido desoxirribonucléico

DP: digestibilidade do fósforo

DPB: digestibilidade da proteína bruta

EC: energia da carcaça

EEC: extrato etéreo da carcaça

EM: energia metabolizável

EMAn: energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio

FTU: unidade de fitase

Kg: quilograma

MM: matéria mineral

MMC: matéria mineral da carcaça

MN: matéria natural

Na: Sódio

P fítico: fósforo fítico

P total: fósforo total

P: Fósforo

PBC: proteína bruta da carcaça

PC: fósforo da carcaça

Pd: fósforo disponível

pH: potencial hidrogeniônico

RNA: ácido ribonucléico

UFU: Universidade Federal de Uberlândia

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Interações fitato-mineral, fitato-aminoácidos.....	19
Figura 2. Ação da fitase na liberação do ortofosfato.....	22

LISTA DE QUADROS

Página

Quadro 1. Fósforo total (P total), Fósforo fítico (P fítico) e fósforo disponível (P disp) em ingredientes utilizados nas rações de frangos de corte.....	19
--	----

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de sorgo com fosfato bicálcico para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).....	27
Tabela 2. Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de milho e fosfato bicálcico para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).....	28
Tabela 3. Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de sorgo e farinha de carne e ossos para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).....	29
Tabela 4. Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de sorgo e fitase com valorização de energia e aminoácidos para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).....	30
Tabela 5. Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de sorgo e fitase sem valorização de energia e aminoácidos para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).....	31
Tabela 6. Desempenho de frangos de corte aos 7 dias de idade submetidos a diferentes fontes de fósforo.....	34
Tabela 7. Desempenho de frangos de corte aos 14 dias de idade	

submetidos a diferentes fontes de fósforo.....	35
Tabela 8. Desempenho de frangos de corte e custo de arraçoamento/ave aos 42 dias de idade dentro de cada tratamento.....	36
Tabela 9. Valores percentuais de digestibilidade do alimento (DA%), da proteína bruta (DPB%), do extrato etéreo (DEE%), da energia metabolizável aparente (DEMA%), do Cálcio (DCa%) e do Fósforo (DP%) de frangos de corte aos 15 dias de idade.....	37
Tabela 10. Valores de Energia Metabolizável (EM) e Energia Metabolizável Aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) de rações formuladas com diferentes fontes de fósforo para frangos aos 15 dias de idade.....	38
Tabela 11. Valores percentuais de proteína bruta (PBC%), matéria mineral (MMC%), extrato etéreo (EEC%), energia bruta (ECkcal/kg), cálcio (CaC%) e fósforo (PC%) da carcaça de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	40
Tabela 12. Valores percentuais de matéria mineral (MMT%), cálcio (CaT%) e fósforo (PT%) e a relação cálcio e fósforo (Ca:P) das tíbias de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	40

BIODISPONIBILIZAÇÃO DO FÓSFORO, INCREMENTO DE ENERGIA E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE CONTENDO EXOENZIMA FITASE

RESUMO- Objetivou-se avaliar o efeito da utilização da exoenzima fitase e de outras fontes minerais sobre a biodisponibilização do fósforo, o incremento de energia da ração e a digestibilidade de nutrientes. Os tratamentos foram: Sorgo com fosfato bicálcico (SFB), milho com fosfato bicálcico (MFB), sorgo com farinha de carne e ossos (SFCO), sorgo com fitase com (SFV) e sem valorização de energia e aminoácidos (SFNV). Foram 1400 aves para as análises de desempenho determinou-se o consumo de ração, peso vivo, conversão alimentar real e tradicional e a viabilidade. Para as análises de digestibilidade aos 15 dias foram utilizadas 80 aves, que foram submetidas a coleta total de excretas, já para a composição de carcaça e mineralização das tibias foram utilizadas 6 aves por tratamento, onde procedeu-se a determinação dos teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, energia bruta da carcaça, e cálcio e fósforo das tibias e carcaça. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey 5% e a viabilidade pelo teste Kruskal-Wallis. Não houve diferenças estatísticas para o desempenho aos 7 dias de idade e aos 14 somente o peso vivo foi menor para o MFB, já aos 42 dias, o peso vivo foi maior para o SFB comparado com o MFB. A digestibilidade aos 15 dias não houve diferença estatística. Para a composição da carcaça, o SFV apresentou maior valor da porcentagem de extrato etéreo. A porcentagem de cálcio do SFB e MFB foram menores comparado com o SFNV e iguais para SFCO e SFV, e para o teor de fósforo, o SFV e SFNV apresentaram maiores valores. A enzima fitase exógena é capaz de hidrolisar o fitato de origem vegetal e liberar o fósforo para assimilação pelos animais, atuando assim como substituta de fontes vegetais de fósforo.

Palavras-chave: digestibilidade, energia metabolizável, fosfato bicálcico, farinha de carne e ossos

**PHOSPHORUS BIOAVAILABILITY, INCREASE OF ENERGY AND
DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS OF BROILER DIET CONTAINING
PHYTASE EXOENZIMA**

ABSTRACT- This study aimed to evaluate the effect of the use of phytase exoenzyme and other mineral sources on the bioavailability of phosphorus , increased dietary energy and nutrient digestibility . The treatments were : sorghum with inorganic phosphate (SFB) , maize with inorganic phosphate (MFB) , sorghum meal, meat and bone meal (SFco) , sorghum with phytase (SFV) and without energy recovery and amino acids (SFNV) . 1400 birds were for performance reviews , which were determined feed intake , body weight , feed conversion real and traditional and viability . For the analysis of digestibility at 15 days were used 80 birds , which were subjected to total collection , now for carcass composition and mineralization of tibia were used 6 birds per treatment , where we proceeded to determine the dry matter , crude protein , ether extract , ash , gross energy housing , and calcium and phosphorus of tibia and carcass. Data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5 % and viability Kruskal-Wallis test . There were no statistical differences in performance at 7 days of age and only 14 live weight was lower for the MFB , however at 42 days , body weight was greater for the SFB compared to the MFB . Digestibility at 15 days there was no statistical difference. For carcass composition, the SFV showed higher percentage of ether extract. The percentage of calcium MFB FCS and were lower compared with the SFNV and equal to SFco and SFV , and the phosphorus content of the SFV and SFNV showed higher values. The exogenous phytase enzyme is able to hydrolyze phytate and release phosphorus from vegetable source for assimilation by animals , thus acting as a substitute for vegetable sources of phosphorus.

Keywords: digestibility, metabolizable energy, dicalcium phosphate, meat and bones flour

I-INTRODUÇÃO

A avicultura moderna visa o aumento da produtividade e a diminuição dos custos de produção, através do desenvolvimento máximo do potencial genético dos animais. Para isso, desenvolvem-se diversas pesquisas nas áreas de genética, manejo e nutrição.

Uma nutrição adequada baseia-se no princípio de que o animal receba quantidades adequadas de nutrientes, tais como, proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas e principalmente os minerais por participarem de todos os processos bioquímicos corporais (SECHINATO et al., 2006).

A suplementação de macrominerais em rações de aves é com frequência modificada em função do melhoramento genético bem como de novos conhecimentos das características físicas e químicas das fontes que influenciam na biodisponibilidades destas para os animais (BERTECHINI E FASSANI, 2001).

Entre os minerais exigidos pelas aves, o fósforo e o cálcio são os mais importantes, por serem necessários não apenas para a ótima taxa de crescimento, mas também para a mineralização óssea. 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). A busca por soluções para atender corretamente às necessidades de fósforo e de cálcio no organismo dos animais é constante, principalmente, dado o rápido crescimento e a consequente redução em sua idade de abate. Com isso, ressalta-se a importância do uso de alimentos de melhor qualidade e, a utilização de aditivos que possibilitem aos frangos de corte aproveitarem os nutrientes contidos nos alimentos (BRANDÃO et al., 2007).

Nas rações formuladas para as aves, o fornecimento de fósforo disponível (Pd) pelas fontes de origem vegetal não é suficiente para atender as exigências nutricionais adequadas para o desempenho dos animais e a mineralização óssea. Sendo assim, há uma necessidade de suplementação com fontes de fósforo na forma inorgânica, destacando porém as diferenças nos valores de biodisponibilidade entre estas fontes (ROSTAGNO et al., 2000).

A produção da enzima endógena fitase pelas aves é quase nula e o P complexado na forma de fitato, que corresponde à maior parcela de reserva deste elemento nos vegetais, torna-se indisponível para os animais, razão pela qual a fitase exógena, administrada via ração, vem sendo utilizada como fonte de suplementação de fósforo, atuando na hidrólise do fitato presente nos grãos liberando assim o P e permitindo sua assimilação pelos animais.

Objetivou-se através do desempenho e mineralização da tíbia de frangos de corte avaliar o efeito da utilização da exoenzima fitase e de outras fontes minerais sobre a biodisponibilização do fósforo, o incremento de energia da ração e a digestibilidade de nutrientes.

II- REVISÃO DE LITERATURA

2.1- Fósforo

Uma das mais importantes funções do fósforo é a formação e mineralização da matriz orgânica do osso. No entanto, ele ainda atua como componente dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), constituinte das moléculas de reserva de energia (ADP e ATP), no metabolismo das gorduras (formação de lecitina), participa na manutenção da pressão osmótica e do equilíbrio ácido-básico e dos sistemas enzimáticos envolvidos no metabolismo da glicose. Dentre outras funções ainda atua como um componente dos fosfolipídeos, contribuindo para a fluidez e integridade da membrana celular (SARAIVA et al., 2009). Já a deficiência de fósforo além de causar anormalidades ósseas, pode levar também à uma baixa ingestão de alimento levando à uma redução na eficiência alimentar, e gerar distúrbios reprodutivos (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999).

O excesso de fósforo nas dietas causa maior excreção deste mineral contribuindo para a poluição ambiental. Por outro lado a sua deficiência pode acarretar redução no crescimento, maior incidência de problemas locomotores, baixa uniformidade dos lotes, além de distúrbios metabólicos aos animais (CROMWELL, 1991).

Os ingredientes de origem vegetal são uma importante fonte de fósforo, porém a maior parte encontra-se combinado com o inositol formando a molécula do ácido fítico ou hexafosfato de inositol que formam uma ampla variedade de sais insolúveis, diminuindo assim a solubilidade e a digestibilidade dos nutrientes. (BRANDÃO, et al., 2007).

Vários são os fatores que influenciam na absorção do fósforo, dentre eles Bertechini (2006) afirma que o excesso de cálcio de alta solubilidade intestinal resulta em redução da absorção de fósforo, devido à formação de fosfatos insolúveis no intestino delgado. Sendo assim, deverá sempre existir um nível ideal de cálcio nas dietas para que se tenha máxima absorção de fósforo. Valores discrepantes de taxa de absorção ou mesmo biodisponibilidade de fontes de fósforo comumente encontrados na literatura,

podem ser devido a fatores relacionados ao cálcio, principalmente no que se refere ao nível e solubilidade.

Um dos fatores importantes a serem observados na determinação da exigência nutricional de fósforo para aves é considerar que as variáveis relacionadas ao osso são mais sensíveis que as de desempenho. Por isso, recomenda-se um nível de fósforo disponível em dietas suficiente para garantir ótimo desempenho e boa formação e resistência óssea, já que um dos maiores prejuízos da cadeia avícola decorre-se durante os processos de apanha e abate das aves, em função do descarte de carcaças, causados pelas fraturas ósseas (GOMES et al., 2004).

2.2- Fitato

Os ingredientes de origem vegetal utilizados nas formulações de dietas apresentam, em sua estrutura, fatores antinutricionais para os animais monogástricos, como o fitato. Ácido fítico, mio-inositol, mio-inositol hexafosfato e fitina são sinônimos deste mesmo composto antinutricional. O ácido fítico ocorre naturalmente em complexos orgânicos de plantas. Na semente dos vegetais, esse composto tem a função de servir de estoque de fósforo (P), outros minerais, além de energia, que são liberados pela ação da fitase endógena da planta à medida que ocorre a germinação (BORGES, 1997).

O fósforo fítico está presente nos cereais e nas sementes oleaginosas e possui variações na sua quantidade (Quadro 1) e localização (SELLE et al.; 2003). No milho, o fitato é encontrado principalmente no gérmen; já nas leguminosas acumula-se nos cotilédones e na soja, particularmente, encontra-se associado a corpos protéicos distribuído por toda semente (BAKER, 1991).

Quadro 1. Fósforo total (P total), Fósforo fítico (P fítico) e fósforo disponível (P disp) em ingredientes utilizados nas rações de frangos de corte.

Ingrediente	P total (%)	P fítico (% Ptotal)	P disp (%)
Farelo de Arroz	1,61	80	19,9
Farelo de Girassol	1,5	77	-
Farelo de Soja	0,65	60	32,3
Farelo de Trigo	0,99	71	33,3
Farinha de Carne	4,96	-	100,0
Farinha de Penas	0,67	-	100,0
Farinha de Visceras	2,66	-	100,0
Fosfato Bicálcico	18,5	-	100,0
Milho	0,24	72	33,3
Sorgo	0,26	66	34,6
Trigo	0,32	69	31,3

Fonte: Valle (2010)

O fitato encontra-se complexado com alguns minerais essenciais, tais como, fósforo, cálcio, zinco, cobre, ferro e magnésio, além de certos aminoácidos, energia (MAENZ, 2001) e amido (ANGEL et al., 2002) (Figura 1).

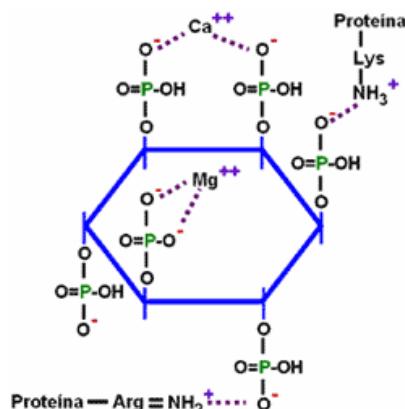


Figura 1. Interações fitato-mineral, fitato-aminoácidos (Fernandez, 2013)

Isso resulta na formação de complexos insolúveis que se unem às enzimas digestivas, como pepsina, tripsina e alfa amilase além de proteínas dietéticas, o que reduz a solubilidade e a digestibilidade da dieta, pela complexação entre o ácido fítico e estas substâncias (SEBASTIAN et al., 1996).

A molécula de ácido fítico contém aproximadamente 28,2% de fósforo (KORNEGAY, 2001) e possui propriedade antinutricional pois esta fração é indisponível no processo de digestão natural dos monogástricos. Desse modo,

a solubilidade e a digestibilidade de alguns nutrientes da dieta é significativamente reduzida pela formação de complexos insolúveis entre o ácido fítico e estas substâncias. Na dieta de aves, o fitato é um antinutriente cujos efeitos vão além da influência sobre a solubilidade de P, tendo capacidade de afetar a dinâmica de secreção e absorção no trato gastrintestinal (RAVINDRAN et al., 1999).

A ingestão de ácido fítico pode influenciar negativamente a retenção de aminoácidos, energia e minerais em frangos de corte (COWIESON et al., 2008). O ácido fítico pode formar uma ampla variedade de sais insolúveis com cátions di e trivalentes, tais como cálcio (Ca), zinco, cobre, cobalto, manganês, ferro e magnésio, influenciando negativamente a digestão de nutrientes e diminuindo a energia metabolizável da ração (KESHAVARZ, 1999).

O fitato pode comprometer a absorção intestinal de aminoácidos dietéticos e endógenos por interferir em sistemas de transporte dependentes de sódio (Na) (GLYNN, 1993). Pesquisas de Selle & Ravindran (2007) e Ravindran et al. (2008) sustentam a hipótese de que o fitato impede a absorção intestinal de aminoácidos, o que pode estar relacionado à depleção de sódio.

2.3- Fontes de fósforo

Para formular rações mais seguras para os animais e o meio ambiente deve-se conhecer a biodisponibilidade das fontes de fósforo dos alimentos vegetais e dos suplementos comerciais devido à grande variação na disponibilidade deste mineral.

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

Os produtos de origem animal, como farinha de carne e ossos e farinhas de resíduos de abatedouros adquirem caráter relevante pelo fato de serem produzidos em grande quantidade. Sua utilização como fonte proteica e de minerais pode ser de grande valia se respeitadas normas de fabricação e utilização na alimentação de animais monogástricos, especialmente para

suínos. Além disso, a presença de ossos nestes alimentos o torna boa fonte de minerais, particularmente de fósforo, com grande biodisponibilidade para os animais (TRAYLOR et al., 2005).

Entre as fontes inorgânicas, destaca-se o fosfato bicálcico, resultante da neutralização do ácido fosfórico defluorinado com calcário (ESPINOZA et al., 1985), um produto com alta biodisponibilidade de fósforo, mas que apresenta custo elevado (CARDOSO, 1991). De acordo Gill (1997), a qualidade do fosfato bicálcico depende do controle no processamento industrial empregado para a sua obtenção e também das matérias primas utilizado, haja vista que as jazidas minerais de fósforo utilizadas apresentam variações na sua composição mineral.

2.4-Enzima Fitase

De acordo com o Ministério da Agricultura, em seu Decreto Lei nº 76.986, de 06 de janeiro de 1976, define-se como aditivo alimentar toda a substância intencionalmente adicionada ao alimento, com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não altere o seu valor nutritivo. Neste contexto, as enzimas são classificadas como aditivo zootécnico, alocando-as em um grupo descrito como digestivo. Este pode ser definido como de proteínas naturais, sem efeito adverso para o animal e para o meio ambiente, não havendo restrições técnicas para espécie e idade do animal, com ampla diversidade de origens, sendo a indicação e a recomendação totalmente ligadas à fórmula da ração (SINDIRACÕES/ANFAL, 2005).

Conforme as suas finalidades, as enzimas usadas nas formulações de rações para aves podem ser divididas em dois grupos: aquelas destinadas a completarem quantitativamente as próprias enzimas endógenas produzidas por estes animais e outras que estes animais não sintetizam como é o caso da fitase (CONTE et al., 2003).

A fitase é obtida através de processos de fermentação bacteriana e tem melhorado a utilização do fósforo liberado do complexo fósforo-fitato, pelas aves. Novas técnicas de fermentação proporcionaram redução dos custos de

fabricação da fitase, sendo os *Aspergillus*, os microrganismos mais utilizados para produzi-la em escala comercial (SEBASTIAN et al., 1998).

É uma fosfatase que catalisa o desdobramento do ácido fosfórico do inositol, liberando o ortofosfato para ser absorvido. 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). A enzima atua hidrolisando o fitato e liberando o P e outros nutrientes, o que permite sua melhor assimilação pelo animal.

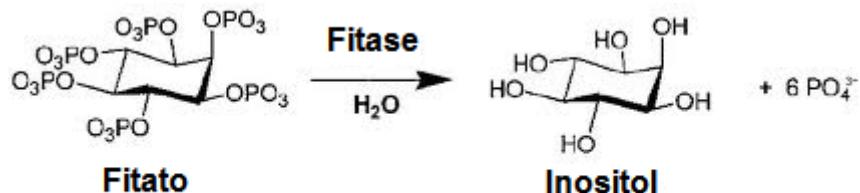


Figura 2. Ação da fitase na liberação do ortofosfato (SALMON, 2011)

O modo de ação da fitase consiste na transferência do grupo fosfato do substrato para a enzima e desta para a água. A principal ação da fitase é na degradação do ácido fítico, sendo máxima no estômago e na porção inicial do intestino delgado, o que libera minerais e outros nutrientes contidos nos alimentos de origem vegetal, por meio da hidrólise e da ruptura das paredes celulares das sementes. Além disso, essa enzima reduz a viscosidade da digesta no trato gastrointestinal, aumentando a digestibilidade total da ração, melhorando consideravelmente o metabolismo dos nutrientes, reduzindo sua presença na excreta das aves e, consequentemente, a excreção do nitrogênio e do fósforo no meio ambiente (FERLIN, 2006).

O uso desta enzima nas rações, com a finalidade de aumentar o aproveitamento do fósforo orgânico, que está na forma de fitato nos ingredientes de origem vegetal, vem sendo pesquisado com o intuito de reduzir o custo da adição do fósforo inorgânico na ração (BRANDAO et al, 2007).

A fitase foi inicialmente comercializada para melhorar a retenção de P da dieta. Contudo, o seu efeito extra fosfórico está sendo cada vez mais demonstrado na literatura científica. Os resultados obtidos com o uso de fitase geraram uma série de técnicas práticas na alimentação de aves, como o uso de equivalências de P e Ca e a utilização de matrizes enzimáticas com valorização da energia metabolizável, da proteína bruta e dos aminoácidos (NAGASHIRO, 2007).

O primeiro benefício da adição da fitase à alimentação das aves consiste em suplementar as dietas com uma formulação já existente, sem alterar os níveis nutricionais, o que busca melhorar o desempenho dos frangos de forma econômica. O segundo consiste em alterar a formulação das dietas, o que reduz os custos por tonelada de ração e neste caso a adição de fitase servirá para restaurar o valor nutricional da dieta padrão (COSTA et al., 2007).

Uma das principais formas de utilização da fitase é alterar a formulação das dietas para reduzir o custo por tonelada de ração por meio da adição de enzimas digestivas. Nesse caso, as dietas com níveis reduzidos de minerais, proteína e/ou aminoácidos e energia suplementadas com fitase possibilitam mesmo desempenho que uma dieta com níveis nutricionais adequados (Zanella et al., 1999).

2.5- Utilização da fitase em frangos de corte

Vários estudos são desenvolvidos para utilização da enzima fitase exógena em rações para aves devido ao fato de que a síntese de fitase endógena em aves é quase nula torna o P complexado na forma de fitato indisponível.

Trabalhos com enzimas têm demonstrado a importância destas substâncias como aditivos para melhorar a eficiência alimentar. A fitase microbiana tem sido muito utilizada para animais monogástricos com o propósito de tornar disponível o fósforo fítico através da clivagem do fitato, liberando o fósforo para a absorção (MUNARO, et al., 1996; DENBOW et al., 1995). Outro aspecto relevante segundo Simons et al. (1990) é o fato de que ao se reduzir a suplementação de fósforo mineral e aumentar o uso do fósforo

vegetal pelo animal proporciona uma redução significativa dos custos da alimentação resultando em uma redução de cerca de 20-30% na excreção de fósforo.

Segundo Sebastian et al. (1998), espera-se melhorar o aproveitamento de proteínas e aminoácidos com a utilização de fitase microbiana nas dietas. Tais autores justificam a afirmação, pelo fato da molécula de ácido fítico ter a capacidade de se ligar à proteína, em meios ácidos, alcalino e neutro (SEBASTIAN et al., 1997), e com isso reduzindo a atividade da pepsina, tripsina e amilase, sendo assim ocorre a quebra destes complexos nutritivos.

Camden et al. (2001) observaram que a adição de fitase em rações com níveis reduzidos de Pd e Ca para frangos de corte na fase inicial melhorou a retenção de N e P, reduzindo esses elementos acumulados no esterco. Ainda neste sentido, Viveros et al. (2002) verificaram que a suplementação com fitase em rações com nível reduzido de Pd para frangos de corte, nesta mesma fase, aumentou a retenção de Ca, P, Mg e Zn.

De acordo com Sebastian et al. (1996), a melhora no desempenho das aves alimentadas com dietas suplementadas com fitase pode ter três razões: a liberação dos minerais presentes no complexo fitato-mineral; a utilização do inositol (produto final da desfosforilação do ácido fítico) pelos animais; e o aumento da digestibilidade do amido e da disponibilidade da proteína.

Lelis et al. (2010), afirmam que a utilização de fitase melhora os coeficientes de digestibilidade ileal da proteína bruta e do fósforo, no nível de 500 uft/kg de ração, e também o fósforo retido (mg/ave/dia e %), reduzindo o fósforo excretado e aumentando a participação de fósforo na tíbia de frangos de corte.

A melhora na digestibilidade e no aproveitamento do fósforo, refletida pela menor excreção desse elemento, é esperada porque a fitase hidrolisa o complexo fitato-mineral, deixando o fósforo livre para absorção. Segundo Alvarenga et al. (2011), a excreção absoluta de fósforo das aves que receberam rações com fitase e níveis reduzidos de PB foi aproximadamente 33,5% inferior à daquelas que receberam a ração controle.

III- MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e época de realização

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do Glória - Granja de Pesquisa de Aves da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia – MG. A época de realização foi no mês de Setembro e Outubro de 2011, foi executado de acordo com as normas éticas e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA-UFU sob protocolo de pesquisa número 077/11 (ANEXO 1).

3.2 Aves e instalações

As aves foram criadas num galpão equipado para experimentação com dimensões de 60x10 metros, cobertura em estrutura metálica e telhas de fibrocimento, piso concretado, laterais com mureta de alvenaria e tela de arame com malha de quatro centímetros quadrados. O galpão era internamente equipado com 80 boxes, cada um medindo 1,90 x 1,50 metros, ventiladores e aspersores de água para controle da temperatura, cortinas aviárias internas e externas. Cada boxe era composto de um comedouro do tipo tubular de 20 kg e um bebedouro pendular, sendo que para cada quatro boxes havia uma campânula tipo infravermelho. Utilizou-se casca de arroz como material da cama.

As aves foram alojadas com um dia de idade e eram da linhagem Hubbard Flex, provenientes de uma empresa multiplicadora da região de Uberlândia-MG, vacinadas contra doença de Marek e Gumboro no incubatório.

3.3 Delineamento e tratamentos experimentais

O experimento foi realizado inteiramente ao acaso, onde os tratamentos foram: SFB (Rações base sorgo e farelo de soja com Fosfato Bicálcico), MFB (Rações base milho e farelo de soja com Fosfato Bicálcico), SFCO (Rações base sorgo e farelo de soja com Farinha de Carne e Ossos), SFV (Rações

base sorgo e farelo de soja com Fitase Valorizada com energia e aminoácidos) e SFNV (Rações base sorgo e farelo de soja com Fitase sem valorização). A ração de milho foi utilizada como controle de desempenho e efeito comparativo com o sorgo.

Para analisar o desempenho das aves, cada boxe alojou 40 pintinhos de um dia, sexados e criados até 42 dias de idade, sendo 20 machos e 20 fêmeas resultando num total de 1400 aves (700 machos e 700 fêmeas. A densidade de aves dentro dos boxes correspondeu a 14 aves/m². Aos sete, 14 e 42 dias foram acompanhados o peso vivo (PV), consumo de ração (CR), conversão alimentar real (CAR) e tradicional (CAT) e viabilidade (V) média dentro de cada tratamento.

As aves para o desenvolvimento do teste de digestibilidade foram criadas em três boxes, comportando 40 pintinhos machos em cada um. Aos 12 dias de idade foram transferidas em número de quatro aves por cada gaiola de teste. Num delineamento inteiramente casualizado composto de cinco tratamentos e quatro repetições foram envolvidas 80 aves (machos) que selecionadas com pesos semelhantes à média de peso dos três boxes ($X \pm 5\%$) e alojadas em gaiolas de teste metabólico.

Aos 42 dias de idade foram escolhidos 6 machos com pesos dentro da média para o tratamento, para a análise da composição da carcaça e da mineralização da tíbia.

Foi utilizado um programa de alimentação com quatro fases: pré-inicial (300g/ave), inicial (900g/ave), engorda (2200g/ave) e abate (1000g/ave). As rações foram formuladas com níveis energéticos e nutricionais com base nas recomendações de ROSTAGNO et al. (2005). Foram calculadas a partir das análises bromatológicas realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária da UFU – LAMRA - (Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5). As quantidades de rações de cada fase foram calculadas, pesadas e armazenadas em baldes plásticos tampados. Os comedouros tubulares foram regulados na altura, em relação ao piso, a cada dois dias e rodados duas a três vezes ao dia para estímulo de consumo das aves. Os animais receberam ração e água potável *ad libitum*.

Tabela 1- Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de sorgo com fosfato bicálcico para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).

Ingredientes	Quantidade (Kg)			
	Pré-Inicial	Inicial	Engorda	Abate
Sorgo 8,6% PB	54,330	56,630	58,715	61,657
Soja farelo 46,5% PB	37,217	34,394	31,175	28,557
Óleo de soja	4,119	5,112	6,536	6,725
Fosfato bicálcico	1,947	1,582	1,344	1,107
Calcário	0,772	0,823	0,785	0,709
Sal comum	0,461	0,440	0,420	0,410
L-Lisina HCL	0,323	0,275	0,270	0,259
DL-Metionina	0,210	0,158	0,176	0,211
L-Treonina	0,121	0,088	0,079	0,067
PX FC –Agroceres	0,500 ¹	0,500 ¹	0,500 ²	0,300 ³
TOTAL	100	100	100	100
Composição Nutricional Calculada	Unidade			
Proteína Bruta	%	22,500	21,283	20,083
Cálcio	%	0,920	0,841	0,758
Fósforo disponível	%	0,470	0,401	0,354
Potássio	%	0,858	0,814	0,762
Sódio	%	0,220	0,210	0,200
Cloro	%	0,284	0,271	0,259
Ácido linoleico	%	3,117	3,659	4,429
Lisina digestível	%	1,324	1,217	1,131
Metionina digestível	%	0,672	0,607	0,575
Metionina+cistina digestível	%	0,953	0,876	0,908
Treonina digestível	%	0,861	0,791	0,735
Triptofano digestível	%	0,256	0,242	0,227
Arginina digestível	%	1,400	1,315	1,221
Energia metabolizável aparente	Mcal/Kg	2,9600	3,0500	3,1500
				3,2000

¹**Premix frango inicial:** VitA 1.600.000,00 UI/kg, VitB1 600,000 mg/kg, VitB12 2.000,00 mcg/kg, VitB2 800,00mg/kg, VitB6 400,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 3.000,00mg/kg, VitK 400mg/kg, Zn 12,600g/kg, Cu 1260,0000 mg/kg, Selênio 80,00mg/kg, Fe 10,5g/kg, I 252,00mg/kg, Mn12,6g/kg Ac.Fólico 140,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, bacitracina de Zn exato 11,000g/kg, biotina 12,000mg/kg, , colina 70,00/g/kg, , Met 336,600g/kg, monensina sódica exato 22,00/g/kg, niacina 6000,00mg/kg, , .

²**Premix frango engorda:** VitA 1.280.000,00 UI/kg, VitB1 400,000 mg/kg, VitB12 1.600,00 mcg/kg, VitB2 720,00mg/kg, VitB6 320,000 mg/kg, VitD3 350.000,00 UI/kg, VitE 2.400,00mg/kg, VitK 300mg/kg, Cu 1200,0000 mg/kg, Fe 10,0g/kg , I 240,00mg/kg, Mn12,0g/kg selênio 60,00mg/kg, Zn 12,000g/kg ,Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, biotina 6,000mg/kg, , colina 50,00g/kg, , Halquinol exato 6000,00 mg/kg, Met 267,300g/kg,niacina 4800,00mg/kg, salinomicina exato 13,200 g/kg.³**Premix Frango final:** VitA 1.300.260,00 UI/kg, VitB1 166,000 mg/kg, VitB12 1.667,00 mcg/kg, VitB2 666,800mg/kg, VitB6 200,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 2.167,10mg/kg, VitK 333,400mg/kg, Cu 2000,0000 mg/kg, Fe 16,60g/kg,I 400,00mg/kg, Mn20,0g/kg, selênio 60,680mg/kg , Zn 20,000g/k, Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1333,00mg/kg, biotina 6,670mg/kg, colina 50,00g/kg, , Met 230,000g/kg,niacina 4000,00mg/kg, virginiamicina exato 3.666,00 mg/kg

Tabela 2- Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de milho e fosfato bicálcico para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).

Ingredientes	Quantidade (Kg)			
	Pré-Inicial	Inicial	Engorda	Abate
Milho grão 8,0%PB	56,423	58,740	61,598	64,959
Soja farelo 46,5% PB	37,334	34,579	31,062	28,195
Óleo de soja	2,002	2,918	3,864	3,869
Fosfato bicálcico	1,841	1,471	1,228	0,986
Calcário	0,830	0,883	0,850	0,779
Sal comum	0,447	0,425	0,404	0,394
L-Lisina HCL	0,308	0,258	0,259	0,256
DL-Metionina	0,191	0,137	0,153	0,189
L-Treonina	0,124	0,089	0,082	0,073
PX FC – Agroceres	0,500 ¹	0,500 ¹	0,500 ²	0,300 ³
TOTAL	100	100	100	100
Composição Nutricional Calculada	Unidade			
Proteína Bruta	%	22,400	21,200	19,800
Cálcio	%	0,920	0,841	0,760
Fósforo disponível	%	0,470	0,401	0,354
Potássio	%	0,856	0,812	0,756
Sódio	%	0,220	0,210	0,200
Cloro	%	0,313	0,301	0,290
Ácido linoleico	%	1,776	2,268	2,776
Lisina digestível	%	1,324	1,217	1,131
Metionina digestível	%	0,660	0,595	0,559
Metionina+cistina digestível	%	0,953	0,876	0,826
Treonina digestível	%	0,861	0,791	0,735
Triptofano digestível	%	0,243	0,228	0,209
Arginina digestível	%	1,416	1,333	1,228
Energia metabolizável aparente	Mcal/Kg	2,9600	3,0500	3,1500
				3,200

¹**Premix frango inicial:** VitA 1.600.000,00 UI/kg, VitB1 600,000 mg/kg, VitB12 2.000,00 mcg/kg, VitB2 800,00mg/kg, VitB6 400,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 3.000,00mg/kg, VitK 400mg/kg, Zn 12,600g/kg, Cu 1260,0000 mg/kg, Selênio 80,00mg/kg, Fe 10,5g/kg, I 252,00mg/kg, Mn12,6g/kg Ac.Fólico 140,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, bacitracina de Zn exato 11,000g/kg, biotina 12,000mg/kg, , colina 70,00g/kg, , Met 336,600g/kg, monensina sódica exato 22,00g/kg, niacina 6000,00mg/kg, , .

²**Premix frango engorda:** VitA 1.280.000,00 UI/kg, VitB1 400,000 mg/kg, VitB12 1.600,00 mcg/kg, VitB2 720,00mg/kg, VitB6 320,000 mg/kg, VitD3 350.000,00 UI/kg, VitE 2.400,00mg/kg, VitK 300mg/kg, Cu 1200,0000 mg/kg, Fe 10,0g/kg , I 240,00mg/kg, Mn12,0g/kg selênio 60,00mg/kg, Zn 12,000g/kg ,Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, biotina 6,000mg/kg, , colina 50,00g/kg, , Halquinol exato 6000,00 mg/kg, Met 267,300g/kg,niacina 4800,00mg/kg, salinomicina exato 13,200 g/kg.³**Premix Frango final:** VitA 1.300.260,00 UI/kg, VitB1 166,000 mg/kg, VitB12 1.667,00 mcg/kg, VitB2 666,800mg/kg, VitB6 200,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 2.167,10mg/kg, VitK 333,400mg/kg, Cu 2000,0000 mg/kg, Fe 16,60g/kg,I 400,00mg/kg, Mn20,0g/kg, selênio 60,680mg/kg , Zn 20,000g/k, Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1333,00mg/kg, biotina 6,670mg/kg, colina 50,00g/kg, , Met 230,000g/kg,niacina 4000,00mg/kg, virginiamicina exato 3.666,00 mg/kg.

Tabela 3- Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de sorgo e farinha de carne e ossos para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).

Ingredientes	Quantidade (Kg)			
	Pré-Inicial	Inicial	Engorda	Abate
Sorgo 8,6% PB	56,749	58,596	60,381	63,028
Soja farelo 46,5% PB	34,291	32,017	29,151	26,888
Óleo de soja	3,309	4,453	5,985	6,272
Farinha de carne e ossos 37%PB	3,931	3,194	2,714	2,2354
Calcário	0,106	0,282	0,325	0,331
Sal comum	0,408	0,397	0,383	0,379
L-Lisina HCL	0,355	0,301	0,292	0,278
DL-Metionina	0,212	0,159	0,178	0,212
L-Treonina	0,135	0,099	0,089	0,075
PX FC – Agroceres	0,500 ¹	0,500 ¹	0,500 ²	0,300 ³
TOTAL	100	100	100	100
Composição Nutricional Calculada	Unidade			
Proteína Bruta	%	22,862	21,577	20,334
Cálcio	%	0,920	0,841	0,758
Fósforo disponível	%	0,470	0,401	0,354
Potássio	%	0,840	0,799	0,748
Sódio	%	0,220	0,210	0,200
Cloro	%	0,272	0,261	0,251
Ácido linoleico	%	2,694	3,315	4,141
Lisina digestível	%	1,324	1,217	1,131
Metionina digestível	%	0,672	0,607	0,575
Metionina+cistina digestível	%	0,953	0,876	0,826
Treonina digestível	%	0,861	0,791	0,735
Triptofano digestível	%	0,246	0,233	0,219
Arginina digestível	%	1,400	1,315	1,221
Energia metabolizável aparente	Mcal/Kg	2,9600	3,0500	3,1500
				3,200

¹**Premix frango inicial:** VitA 1.600.000,00 UI/kg, VitB1 600,000 mg/kg, VitB12 2.000,00 mcg/kg, VitB2 800,00mg/kg, VitB6 400,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 3.000,00mg/kg, VitK 400mg/kg, Zn 12,600g/kg, Cu 1260,0000 mg/kg, Selênio 80,00mg/kg, Fe 10,5g/kg, I 252,00mg/kg, Mn12,6g/kg Ac.Fólico 140,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, bacitracina de Zn exato 11,000g/kg, biotina 12,000mg/kg, , colina 70,00g/kg, , Met 336,600g/kg, monensina sódica exato 22,00g/kg, niacina 6000,00mg/kg, , .

²**Premix frango engorda:** VitA 1.280.000,00 UI/kg, VitB1 400,000 mg/kg, VitB12 1.600,00 mcg/kg, VitB2 720,00mg/kg, VitB6 320,000 mg/kg, VitD3 350.000,00 UI/kg, VitE 2.400,00mg/kg, VitK 300mg/kg, Cu 1200,0000 mg/kg, Fe 10,0g/kg , I 240,00mg/kg, Mn12,0g/kg selênio 60,00mg/kg, Zn 12,000g/kg ,Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, biotina 6,000mg/kg, , colina 50,00g/kg, , Halquinol exato 6000,00 mg/kg, Met 267,300g/kg,niacina 4800,00mg/kg, salinomicina exato 13,200 g/kg.³**Premix Frango final:** VitA 1.300.260,00 UI/kg, VitB1 166,000 mg/kg, VitB12 1.667,00 mcg/kg, VitB2 666,800mg/kg, VitB6 200,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 2.167,10mg/kg, VitK 333,400mg/kg, Cu 2000,0000 mg/kg, Fe 16,60g/kg,I 400,00mg/kg, Mn20,0g/kg, selênio 60,680mg/kg , Zn 20,000g/k, Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1333,00mg/kg, biotina 6,670mg/kg, colina 50,00g/kg, , Met 230,000g/kg,niacina 4000,00mg/kg, virginiamicina exato 3.666,00 mg/kg.

Tabela 4. Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de sorgo e fitase com valorização de energia e aminoácidos para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).

Ingredientes	Quantidade (Kg)				
	Pré-Inicial	Inicial	Engorda	Abate	
Sorgo 8,6% PB	55,581	57,881	60,079	63,020	
Soja farelo 46,5% PB	37,090	34,268	31,034	28,414	
Óleo de soja	3,460	4,453	5,841	6,030	
Fosfato Bicálcico	1,441	1,076	0,783	0,541	
Calcário	0,837	0,888	0,847	0,772	
Sal comum	0,461	0,439	0,418	0,409	
L-Lisina HCL	0,309	0,260	0,253	0,244	
DL-Metionina	0,204	0,151	0,168	0,204	
L-Treonina	0,105	0,071	0,063	0,050	
PX FC – Agroceres	0,500 ¹	0,500 ¹	0,500 ²	0,300 ³	
Microtech 500 Frango Engorda	0,010	0,010	0,010	0,010	
TOTAL	100	100	100	100	
Composição Nutricional Calculada	Unidade				
Proteína Bruta	%	22,744	21,528	20,345	19,388
Cálcio	%	0,920	0,841	0,758	0,663
Fósforo disponível	%	0,470	0,401	0,354	0,309
Potássio	%	0,860	0,815	0,763	0,725
Sódio	%	0,220	0,210	0,200	0,195
Cloro	%	0,284	0,271	0,258	0,253
Ácido linoleico	%	2,774	3,317	4,687	4,186
Lisina digestível	%	1,324	1,217	1,131	1,060
Metionina digestível	%	0,668	0,603	0,571	0,529
Metionina+cistina digestível	%	0,953	0,876	0,826	0,774
Treonina digestível	%	0,861	0,791	0,735	0,689
Triptofano digestível	%	0,256	0,242	0,227	0,214
Arginina digestível	%	1,400	1,315	1,221	1,145
Energia metabolizável aparente	Mcal/Kg	2,9600	3,0500	3,1500	3,200

¹Premix frango inicial: VitA 1.600.000,00 UI/kg, VitB1 600,000 mg/kg, VitB12 2.000,00 mcg/kg, VitB2 800,00mg/kg, VitB6 400,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 3.000,00mg/kg, VitK 400mg/kg, Zn 12,600g/kg, Cu 1260,0000 mg/kg, Selênio 80,00mg/kg, Fe 10,5g/kg, I 252,00mg/kg, Mn12,6g/kg Ac.Fólico 140,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, bacitracina de Zn exato 11,000g/kg, biotina 12,000mg/kg, , colina 70,00g/kg, , Met 336,600g/kg, monensina sódica exato 22,00g/kg, niacina 6000,00mg/kg, , .

²Premix frango engorda: VitA 1.280.000,00 UI/kg, VitB1 400,000 mg/kg, VitB12 1.600,00 mcg/kg, VitB2 720,00mg/kg, VitB6 320,000 mg/kg, VitD3 350.000,00 UI/kg, VitE 2.400,00mg/kg, VitK 300mg/kg, Cu 1200,0000 mg/kg, Fe 10,0g/kg , I 240,00mg/kg, Mn12,0g/kg selênio 60,00mg/kg, Zn 12,000g/kg ,Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, biotina 6,000mg/kg, , colina 50,00g/kg, , Halquinol exato 6000,00 mg/kg, Met 267,300g/kg,niacina 4800,00mg/kg, salinomicina exato 13,200 g/kg.³Premix Frango final: VitA 1.300.260,00 UI/kg, VitB1 166,000 mg/kg, VitB12 1.667,00 mcg/kg, VitB2 666,800mg/kg, VitB6 200,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 2.167,10mg/kg, VitK 333,400mg/kg, Cu 2000,0000 mg/kg, Fe 16,60g/kg,I 400,00mg/kg, Mn20,0g/kg, selênio 60,680mg/kg , Zn 20,000g/k, Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1333,00mg/kg, biotina 6,670mg/kg, colina 50,00g/kg, , Met 230,000g/kg,niacina 4000,00mg/kg, virginiamicina exato 3.666,00 mg/kg.

Tabela 5. Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de sorgo e fitase sem valorização de energia e aminoácidos para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).

Ingredientes	Quantidade (Kg)			
	Pré-Inicial	Inicial	Engorda	Abate
Sorgo 8,6% PB	54,626	56,926	59,577	62,518
Soja farelo 46,5% PB	37,186	34,364	31,086	28,466
Óleo de soja	4,020	5,012	6,252	6,441
Fosfato Bicálcico	1,445	1,080	0,785	0,548
Calcário	1,095	1,146	0,846	0,771
Sal comum	0,461	0,439	0,419	0,409
L-Lisina HCL	0,323	0,275	0,270	0,261
DL-Metionina	0,209	0,157	0,175	0,209
L-Treonina	0,121	0,087	0,078	0,065
PX FC – Agroceres	0,500 ¹	0,500 ¹	0,500 ²	0,300 ³
Microtech 500 Frango Engorda	0,010	0,010	0,010	0,010
TOTAL	100	100	100	100
Composição Nutricional Calculada	Unidade			
Proteína Bruta	%	22,511	21,294	20,117
Cálcio	%	0,920	0,841	0,758
Fósforo disponível	%	0,470	0,401	0,354
Potássio	%	0,859	0,814	0,763
Sódio	%	0,220	0,210	0,200
Cloro	%	0,284	0,271	0,258
Ácido linoleico	%	3,066	3,608	4,285
Lisina digestível	%	1,324	1,217	1,131
Metionina digestível	%	0,672	0,607	0,575
Metionina+cistina digestível	%	0,953	0,876	0,826
Treonina digestível	%	0,861	0,791	0,735
Triptofano digestível	%	0,256	0,242	0,227
Arginina digestível	%	1,400	1,315	1,221
Energia metabolizável aparente	Mcal/Kg	2,9600	3,0500	3,1500
				3,200

¹**Premix frango inicial:** VitA 1.600.000,00 UI/kg, VitB1 600,000 mg/kg, VitB12 2.000,00 mcg/kg, VitB2 800,00mg/kg, VitB6 400,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 3.000,00mg/kg, VitK 400mg/kg, Zn 12,600g/kg, Cu 1260,0000 mg/kg, Selênio 80,00mg/kg, Fe 10,5g/kg, I 252,00mg/kg, Mn12,6g/kg Ac.Fólico 140,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, bacitracina de Zn exato 11,000g/kg, biotina 12,000mg/kg, , colina 70,00g/kg, , Met 336,600g/kg, monensina sódica exato 22,00g/kg, niacina 6000,00mg/kg, , .

²**Premix frango engorda:** VitA 1.280.000,00 UI/kg, VitB1 400,000 mg/kg, VitB12 1.600,00 mcg/kg, VitB2 720,00mg/kg, VitB6 320,000 mg/kg, VitD3 350.000,00 UI/kg, VitE 2.400,00mg/kg, VitK 300mg/kg, Cu 1200,0000 mg/kg, Fe 10,0g/kg , I 240,00mg/kg, Mn12,0g/kg selênio 60,00mg/kg, Zn 12,000g/kg ,Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, biotina 6,000mg/kg, , colina 50,00g/kg, , Halquinol exato 6000,00 mg/kg, Met 267,300g/kg,niacina 4800,00mg/kg, salinomicina exato 13,200 g/kg.³**Premix Frango final:** VitA 1.300.260,00 UI/kg, VitB1 166,000 mg/kg, VitB12 1.667,00 mcg/kg, VitB2 666,800mg/kg, VitB6 200,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 2.167,10mg/kg, VitK 333,400mg/kg, Cu 2000,0000 mg/kg, Fe 16,60g/kg,I 400,00mg/kg, Mn20,0g/kg, selênio 60,680mg/kg , Zn 20,000g/k, Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1333,00mg/kg, biotina 6,670mg/kg, colina 50,00g/kg, , Met 230,000g/kg,niacina 4000,00mg/kg, virginiamicina exato 3.666,00 mg/kg.

3.4 Manejo Experimental

As práticas de manejo das aves no período do experimento seguiram o modelo preconizado pela Granja Experimental de forma a garantir ambiência adequada a cada fase da vida, oferta de água limpa e fresca e ração à vontade.

Aos 15 dias de idade conduziu-se um teste de avaliação metabólica visando determinar e comparar o valor de energia metabolizável das rações, a digestibilidade das frações protéicas, graxa e mineral das rações de cada tratamento. Estas aves foram adaptadas às rações teste durante três dias e a coleta completa de excretas deu-se nos cinco dias subseqüentes.

Neste procedimento, o alimento ingerido foi relacionado à excreta produzida pelas aves em cada gaiola no período. O consumo de ração em gramas foi avaliado no período, sendo calculado pela diferença entre a quantidade de ração oferecida e a sobra. Para marcar o início e o final de cada período foi utilizada ração marcada com Óxido de Ferro, oferecida ao final do dia para a correta demarcação entre a ração ingerida e as excretas produzidas no período. A coleta total de excretas das bandejas de cada gaiola foi realizada duas vezes ao dia, cuidando para retirar penas e outros corpos estranhos presentes na bandeja, sendo acondicionadas em sacos plásticos identificados, pesados para a quantificação de excretas em gramas e congeladas para conservação e posteriores análises.

No laboratório (LAMRA), as excretas foram descongeladas e homogeneinizadas. Amostras foram retiradas e pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 56°C por 72 horas e posteriormente moídas em moinho de faca para a realização das análises de matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta, fibra bruta, matéria mineral, cálcio, fósforo de acordo com a metodologia proposta pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (BRASIL, 2005) e de energia bruta por meio de Bomba calorimétrica IKA-WERKE C2000 basic. Juntamente com essas análises foram analisadas também amostras das rações experimentais para posterior cálculo das digestibilidades:

Digestibilidade = ((Quantidade de nutriente ingerido – Excretado)/Quantidade de nutriente ingerido)*100

A partir dos valores de energia bruta das excretas, foram determinados os valores de Energia Metabolizável Aparente (EMA) e Energia Metabolizável Aparente corrigido para Nitrogênio (EMAn).

Ao final dos 42 dias foi feito o cálculo do arraçoamento total por ave durante todo o período de produção

Para a análise da composição da carcaça, 6 machos dentro de cada tratamento foram escolhidos dentro do peso médio do tratamento, abatidos e a carcaça foi moída para ser analisada em laboratório. Primeiramente as carcaças moídas eram pesadas em bandejas de alumínios e pré-secas em estufa de circulação de ventilação forçada a 56°C por 72 horas, para a obtenção do teor de matéria seca das mesmas (%MSC). Com este material já seco, obteve-se o teor de energia bruta (%EBC) através de Bomba Calorimétrica modelo IKA-WERKE C2000 basic. Em seguida, realizou-se a extração do teor de gordura por 5 horas para se obter a porcentagem de extrato etéreo das amostras (%EEC). A partir desse material desengordurado, procedeu-se a elaboração das demais análises: matéria mineral (%MMC), proteína bruta (%PBC), cálcio (%CaC) e fósforo (%PC), seguindo metodologia do Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (BRASIL, 2005).

Foram retiradas, limpas e seccionadas as epífises das tibias esquerdas dos 6 frangos machos para a análise da mineralização óssea. As diáfises das tibias foram secas em estufa de ventilação forçada à 56°C por 72 horas e depois colocadas em recipientes com Éter de Petróleo para a extração da gordura das mesmas. Posteriormente, colocadas em Mufla à 600°C por 4 horas para determinação do teor de matéria mineral (%MMT) e a partir das cinzas, determinou-se os teores de cálcio (%CaT) e fósforo (%PT), seguindo metodologia do Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (BRASIL, 2005).

3.5 Análises Estatísticas

Os dados foram submetidos a verificação da homogeneidade das variâncias e normalidade dos resíduos. Para os dados que apresentaram

normalidade dos resíduos foi realizada análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey 5%. Os dados de viabilidade (dados sem normalidade de resíduos) foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. A análise dos dados foi realizada com o auxílio do programa estatístico SAS 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

IV- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 6. Desempenho de frangos de corte aos 7 dias de idade submetidos a diferentes fontes de fósforo.

TRATAMENTO	CR (kg)	PV (kg)	CAr	CAt	V (%)*)
SFB	0,183	0,158	1,567	1,157	99,69
MFB	0,172	0,151	1,566	1,334	100,00
SFCO	0,166	0,156	1,439	1,061	99,64
SFV	0,183	0,155	1,606	1,181	99,29
SFNV	0,192	0,158	1,636	1,216	98,92
CV (%)	11,04	3,61	12,43	11,88	0,98
P valor	0,1397	0,1631	0,3975	0,3032	0,2811

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$). *

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Kruskall-Wallis ($P<0,05$).

Como pode-se observar (Tabela 6), para todas as variáveis analisadas não houve diferenças significativas entre os tratamentos dentro dos primeiros sete dias de vida, tal fato pode ser justificado, por se tratar de uma ração pré-inicial as aves estavam em adaptação à ração experimental. Este resultado difere de Costa et al. (2007) ao demonstrar que a adição da enzima fitase nas rações dos frangos de corte nas fases pré-inicial e inicial apresentam resultados superiores para desempenho em relação as rações sem enzima.

Aos 14 dias de idade também as variáveis consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade não foram influenciadas pelos tratamentos, mas o peso vivo do tratamento SFNV onde a fitase foi formulada sem valorização de aminoácido e energia foi significativamente mais pesado do que a dieta a base

de milho com fosfato bicálcico (MFB). Muito embora não fora encontrado diferença no uso de desta fonte mineral entre as dietas a base de sorgo (SFB) ou de milho (MFB), conforme demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7. Desempenho de frangos de corte aos 14 dias de idade submetidos a diferentes fontes de fósforo.

TRATAMENTO	CR (kg)	PV (kg)	CAr	CAt	V (%)*)
SFB	0,567	0,425ab	1,479	1,335	99,69
MFB	0,558	0,417b	1,485	1,336	100,00
SFCO	0,529	0,423ab	1,381	1,249	99,29
SFV	0,552	0,430ab	1,419	1,283	99,29
SFNV	0,570	0,436a	1,441	1,309	98,92
CV (%)	6,11	2,71	6,71	6,60	1,04
P valor	0,1832	0,0447	0,2356	0,2645	0,3210

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$). *

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Kruskall-Wallis ($P<0,05$).

De acordo com Tejedor et al. (2001), o aumento no ganho de peso ocasionado pela adição da enzima fitase pode ser explicado provavelmente pelo incremento na digestibilidade ileal da proteína bruta, do cálcio e do fósforo, confirmado por Costa et al. (2007) que explica que esse aumento, pode ter ocorrido pela diminuição da viscosidade intestinal das aves, melhorando a digestão e absorção dos nutrientes no trato digestivo destes animais. Santos (2005) relata que a adição da fitase nas dietas provoca a ruptura do complexo fósforo-ácido fítico, libera o fósforo para ser absorvido e inativa o efeito depressor de sua deficiência sobre o consumo de ração. Estas observações corroboraram com os resultados encontrados neste experimento que pode ser devido à linhagem utilizada ser diferente dos demais experimentos.

Tabela 8. Desempenho de frangos de corte e custo de arraçoamento/ave aos 42 dias de idade submetidos a diferentes fontes de fósforo.

TRATAMENTO	CR (kg)	PV (kg)	CAr	CAt	V (%)*	CustoR\$**
SFB	3,823	2,323a	1,656b	1,646b	98,12	2,327
MFB	3,739	2,206b	1,726a	1,695a	100,00	2,339
SFCO	3,808	2,288ab	1,676ab	1,666ab	98,57	2,255
SFV	3,764	2,246ab	1,709a	1,677ab	99,29	2,241
SFNV	3,821	2,275ab	1,697ab	1,679ab	98,55	2,285
CV (%)	1,94	2,48	1,99	1,75	1,58	-
P valor	0,1150	0,0035	0,0025	0,0326	0,1611	-

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$). *

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Kruskall-Wallis ($P<0,05$). **Custo total de arraçoamento/ave em cada tratamento

Aos 42 dias de idade, não houve diferenças significativas para o consumo de ração (CR) e viabilidade (%) conforme demonstra-se na Tabela 8. Porém a ração base sorgo com fosfato bicálcico mostrou-se com maior peso vivo quando comparado a ração base milho com fosfato bicálcico, e ambos iguais aos demais tratamentos. Este resultado também repetiu para as variáveis conversão alimentar real e tradicional, onde SFB teve melhor resultado quando comparado a MFB. Porém ao analisar o custo da ração no período total de produção o sorgo com a fitase valorizada (SFV) foi a fonte de fósforo mais barata no custo total de produção e apresentou valores iguais quando comparado aos outros tratamentos.

Para melhorar o desempenho de forma mais econômica, suplementa-se as rações com enzimas com uma formulação padrão, sem alterar os níveis nutricionais. Uma alternativa seria alterar a formulação da ração, por meio da redução dos nutrientes, e adição de enzimas exógenas para restaurar o valor nutricional da dieta-padrão que visa o mesmo desempenho de uma dieta com os níveis nutricionais recomendados (BARBOSA et al. 2008), justificando novamente o uso de uma fitase valorizada.

Os dados referentes aos valores de digestibilidades aos 15 dias de idade estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Valores percentuais de digestibilidade do alimento (DA%), da proteína bruta (DPB%), do extrato etéreo (DEE%), da energia metabolizável aparente (DEMA%), do Cálcio (DCa%) e do Fósforo (DP%) de frangos de corte aos 15 dias de idade submetidos à diferentes fontes de fósforo

Tratamento	DA%	DPB%	DEE%	DEMA%	DCa%	DP%
SFB	72,25	60,74	78,83	74,55	58,58	65,55
MFB	72,54	61,00	79,43	74,45	58,21	66,95
SFCO	72,29	64,31	84,43	77,12	61,95	70,18
SFV	72,49	61,07	81,80	74,59	57,85	65,61
SFNV	73,54	63,03	78,66	75,45	59,96	66,82
CV	3,435	6,250	5,111	2,953	7,016	5,067
P valor	0,4399	0,6691	0,2462	0,4145	0,6701	0,3039

*Médias seguidas de letras diferentes, diferem-se entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Aos 15 dias de idade não foi observada diferenças significativas para os dados de digestibilidade do alimento, proteína bruta, extrato etéreo, energia metabolizável, cálcio e fósforo das rações com a inclusão da fitase com e sem valorização de energia e aminoácidos bem como as rações com as demais fontes de fósforo.

Estes resultados encontrados, podem ser decorrentes da análise em que essa digestibilidade foi feita (final do período inicial), como também por ter sido realizado somente 3 dias de adaptação à dieta.

A avaliação da digestibilidade encontrada neste teste aos 15 dias de idade, parece ser corroborada com as afirmações de Adeola e Sands (2003), que questionam a melhora na digestibilidade de aminoácidos e proteínas com a utilização de fitase e no mesmo sentido, Boling et al (2001) afirmam que a suplementação de dietas com fitase não melhoraram a digestibilidade ileal dos aminoácidos.

Discordando deste fato, Konergay (1996) e Sebastian et al. (1997), encontraram melhores valores da digestibilidade de proteína e aminoácidos com a adição de fitase microbiana e justificam pelo fato do fitato presente nos alimentos inibir a ação das enzimas digestivas, porém com a adição da enzima fitase diminui-se a ação do fitato sobre estas enzimas aumentando assim a digestibilidade.

Tabela 10. Valores de Energia Metabolizável (EM) e Energia Metabolizável Aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) de rações formuladas com diferentes fontes de fósforo para frangos aos 15 dias de idade.

Tratamento	EM kcal/g MN	EMAn kcal/g MN
SFB	2,841	2,675
MFB	2,767	2,600
SFCO	2,939	2,758
SFV	2,808	2,638
SFNV	2,850	2,668
CV	3,318	3,139
P valor	0,0728	0,0574

*Médias seguidas de letras diferentes, diferem-se entre si ($p<0,05$).

Aos 15 dias de idade, os valores de energia metabolizável e metabolizável aparente corrigida para nitrogênio foram iguais estatisticamente para todos os tratamentos. Concordando com tal fato, Lelis et al. (2010), afirmam que dietas suplementadas com fitase valorizada tiveram valores semelhantes de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio quando comparadas à dietas com fosfato bicálcico.

No entanto, diferindo de nosso resultado, Lan et al. (2002), ao analisarem os teores de energia metabolizável de rações à base de milho e farelo de soja suplementadas com a enzima fitase, encontraram valores de EMA superiores quando comparados à uma ração com nível normal de fósforo e sem a suplementação de enzima. Farrel(1993) também observou um incremento na utilização da EMAn com a utilização da fitase.

Viveiros et al. (2002) afirmam que a utilização da fitase reduz a excreção de cálcio e fósforo no ambiente, possivelmente por disponibilizar maior quantidade desses elementos, sendo assim, permite-se reduzir as quantidades de cálcio e fósforo nas rações, gerando consequentemente um menor teor excretado. Segundo Dourado et al. (2006), ao avaliar o efeito da digestibilidade dos nutrientes em dietas de frangos de corte, encontraram uma maior retenção de fósforo pelas aves que receberam rações com suplementação de fitase.

Por outro lado, Dourado et al. (2007) verificaram que a fitase proporcionou o maior incremento na energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn) do milho quando comparada com outras

enzimas em dietas de galos, na qual foi observada uma melhora de 95 kcal/kg na EMVn com a adição de fitase.

Os mecanismos que descrevem os efeitos da enzima sobre a utilização de energia são desconhecidos. No entanto, sabe-se que a melhora na digestibilidade das proteínas é, em parte, responsável pelo aumento da energia disponível.

Albino et al. (2008) observaram que a adição de fitase proporcionou aumento no coeficiente de metabolizabilidade da energia e no coeficiente de metabolizabilidade da energia corrigida pelo balanço de nitrogênio, sendo análogo aos valores obtidos para as galinhas poedeiras alimentadas com ração sem redução da inclusão de fósforo.

Estudos recentes esclareceram os mecanismos pelos quais a fitase influencia a digestibilidade aparente de aminoácidos, energia e minerais, e acredita-se que grande parte dessas melhorias, especialmente os efeitos sobre a proteína, esteja relacionada à redução dos efeitos do fitato sobre as perdas endógenas de aminoácidos (Cowieson et al., 2008).

Fukayama et al. (2008) constataram que a suplementação de fitase melhorou a digestibilidade do fósforo e promoveu aumento linear no aproveitamento de fósforo em rações de frango de corte.

Analizando os dados da composição de carcaça, pode-se afirmar que não houve diferença entre os tratamento com relação aos teores de proteína bruta (PBC%), matéria mineral (%MMC), energia (ECkcal/kg), cálcio (%CaC) e fósforo (%PC) da carcaça. Porém, para o valor de extrato etéreo da carcaça (%EEC), o sorgo com fitase valorizada (SFV), foi o que apresentou maior valor para este parâmetro (Tabela 11).

Tabela 11. Valores percentuais de proteína bruta (PBC%), matéria mineral (MMC%), extrato etéreo (EEC%), energia bruta (ECkcal/kg), cálcio (CaC%) e fósforo (PC%) da carcaça de frangos de corte aos 42 dias de idade

Tratamento	PBC%	MMC%	EEC%	ECkcal/kg	CaC%	PC%
SFB	17,217	2,725	13,298b	6896,03	0,780	0,377
MFB	17,312	2,690	13,035b	6909,96	0,868	0,395
SFCO	17,168	2,523	13,160b	6932,41	0,903	0,508
SFV	16,467	2,538	14,317a	6936,60	0,900	0,407
SFNV	17,330	2,747	13,323b	6981,80	0,865	0,402
CV	3,595	7,034	5,029	2,567	14,204	24,235
P valor	0,0708	0,0872	0,0023	0,9467	0,4324	0,1724

*Médias seguidas de letras diferentes, diferem-se entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

A fitase promove aumento na utilização de energia, independentemente dos efeitos sobre a digestão de aminoácidos. Isso possivelmente ocorre devido aos minerais complexados com o ácido fítico formarem, no trato digestório, juntamente com os lipídeos, reações de saponificação, prejudicando a utilização de lipídeos (Ravindran et al., 2000).

Tal fato não é tido como uma vantagem para a utilização da fitase valorizada. Leenstra (1986), afirma que o excesso do teor de gordura na carcaça é prejudicial para a produção de frangos de corte, pois este parâmetro é visto como desfavorável pelo consumidor o que também ocasiona perda no rendimento de cortes se for removida durante a industrialização.

Tabela 12. Valores percentuais de matéria mineral (MMT%), cálcio (CaT%) e fósforo (PT%) e a relação cálcio e fósforo (Ca:P) das tíbias de frangos de corte aos 42 dias de idade

Tratamento	MMT%	CaT%	PT%	Ca:P
SFB	43,93	16,80b	10,18b	1,65b
MFB	44,87	17,79b	7,89c	2,25a
SFCO	45,96	18,90ab	8,75bc	2,18a
SFV	45,94	19,39ab	10,32ab	1,89b
SFNV	47,18	21,92a	12,04a	1,82b
CV	6,216	13,690	17,755	13,710
P valor	0,3516	0,0030	<0,0001	<0,0001

*Médias seguidas de letras diferentes, diferem-se entre si ($p<0,05$).

Estes dados (Tabela 12) são de grande importância para afirmar que a enzima fitase é capaz de disponibilizar fósforo ao animal, ou seja, conseguem hidrolisar o fitato presente nos grãos e liberar o fósforo para a absorção pelos

animais. Neste trabalho, demonstra-se ainda que a deposição de cálcio e fósforo no osso com a utilização da fitase sem a valorização de energia e aminoácidos (SFNV) são iguais ao da fitase valorizada (SFV) e maiores do que as demais fontes de fósforo.

A determinação dos minerais das tíbias de frangos de corte são de extrema importância e ainda segundo Koch et al (1984), as características de formação dos ossos, mostram ser superiores àquelas de crescimento, como índice da utilização de fósforo.

Segundo Nelson & Walker (1964) e Cromwell (1979), a percentagem de cinza no osso é a medida mais representativa para avaliar a disponibilidade de fósforo na dieta, sendo pouco influenciada por outras variáveis. A resistência à quebra do osso também tem sido usada, por vários autores, como critério de resposta para avaliar o fósforo do alimento (MIRACLE et al. 1977; STOBER et al. 1979; NIMMO et al. 1980), mas, segundo Crenshaw et al. (1981), a maioria destas determinações, têm envolvido somente uma medida de força, com pouca ou nenhuma consideração a respeito da área do osso sobre o qual a força é aplicada. Embora todas as variáveis citadas possuam seu grau de importância, sugere-se considerar o ganho de peso associado a uma ou mais características de osso, tais como: resistência à quebra, cinza e fósforo no osso.

De acordo com Sohail e Roland (1999), as características ósseas são parâmetros mais sensíveis para se avaliar o efeito da fitase do que as características de desempenho. Tomando como base, que o Ca e o P são os minerais em maior quantidade na estrutura óssea, a maior disponibilidade desses minerais pela adição da enzima fitase, pode ser a principal causa da maior porcentagem de cinzas, Ca e P nas tíbias (FUKAYAMA, et al. 2008).

Evidencia-se a eficiência da enzima fitase em hidrolisar o complexo ácido fítico-mineral, deixando-os livres para a absorção, contribuindo assim para a mineralização dos ossos, justificando maiores porcentagens de Ca e P nos tratamentos com fitase. Resultados diferentes foram observados por Laurentiz et al. (2005), que ao trabalharem com composição da tíbia de frangos de corte alimentados com dietas contendo a enzima fitase e com níveis

reduzidos de fósforo, encontraram menores porcentagens de cinzas e no teor de fósforo nas tíbias quando os frangos de corte foram alimentados com dietas com inclusão de fitase nos níveis mais baixos de fósforo disponível não foi possível aumentar a deposição de cinzas nos ossos.

V- CONCLUSÃO

A enzima fitase exógena é capaz de hidrolisar o fitato de origem vegetal e liberar o fósforo para assimilação pelos animais, atuando assim como substituta de fontes vegetais de fósforo. Já o incremento de energia favorecido pela enzima é discutível, apesar de o desempenho dos frangos de corte não ser alterado pela inclusão da fitase na dieta, o valor de energia metabolizável da ração não mostrou este incremento.

VI- REFERÊNCIAS

- ADEOLA, O.; SANDS, J.S. Does supplemental dietary microbial phytase improve amino acid utilization? A perspective that it does not. **Journal of Animal Science**, v.81, E78-E85, 2003
- ALBINO, L.F.T.; VIANA, M.T.S.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeito da suplementação da enzima fitase sobre o metabolismo de poedeiras. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Supl. 10, p.152, 2008.
- ALVARENGA, R.B.; NAGATA, A.K.; RODRIGUES, P.B.; ZANGERONIMO, G.; PUCCI, L.E.A.; HESPAÑHOL, R. Adição de fitase em rações com diferentes níveis de energia metabolizável, proteína bruta, e fósforo disponível para frangos de corte de 1 a 21 dias. **Ciência Animal Brasileiro**, v.12, n.4, p. 602-609, 2011.
- ANGEL, R.; TAMIM, N.M.; APPLEGATE, 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.
- BAKER, D.H. **Bioavailability of minerals and vitamins**. In: Miller et al (Eds) Swine nutrition. Butterworth-Heinemann. p. 341-359, 1991
- BARBOSA, F.J.V.; LOPES, J.B.; FIGUEIRÊDO, A.V.; ABREU, M.L.T.; DOURADO, L.R.B.; FARIA, L.A.F.; PIRES, J.E.P. Níveis de energia metabolizável em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.849-855, 2008.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. p.179-181
- BETERCHINI, A. G.; FASSANI, E. J. Macro e microminerais na alimentação animal. In: I SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: [s.n.] 2001. p.219-234.
- BOLING, S.D. et al. The effects of citric acid on phytate-phosphorus utilization in young chicks and pigs. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 682-689, 2001.
- BORGES, F.M.O. **Utilização de enzimas em dietas avícolas**. Caderno Técnico da Escola de Veterinária da UFMG, n.20, p.5-30, 1997.
- Brandão PA, Costa FGP, Brandão JS, Silva JHV da. Efeito da adição de fitase em rações de frangos de corte, durante as fases de crescimento e final. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 492-498, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. **Compêndio brasileiro de alimentação animal.** São Paulo: ANFAR/CBNA/SDR, 2005.

CAMDEN, B.J.; MOREL, P.C.H.; THOMAS, D.V. et al. Effectiveness of exogenous microbial phytase in improving the bioavailabilities of phosphorus and other nutrients in maize–soya-bean meal diets for broilers. **Animal Science**, v.73,n.2, p.289-297, 2001

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

CONTE, A.J.; TEIXEIRA, A.S.; FIALHO, E.T.; SCHOUTEN, 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.

COSTA, F.G.P.; BRANDÃO, P.A.; BRANDÃO, J.S. et al. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.865-870, 2007.

COWIESON, A.J.; SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Uso de fitase e suas implicações na digestão e absorção de nutrientes. In: CONFERÊNCIA APINCO 2008 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. 2008, Santos. **Anais...** Santos, São Paulo: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2008. p. 279-290.

COWIESON, A.J.; SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Uso de fitase e suas implicações na digestão e absorção de nutrientes. In: CONFERÊNCIA APINCO 2008 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2008, Santos. **Anais...** Santos, São Paulo: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2008. p.279-290.

CRENSHAW, T.D.; PEO, E.R.; LEWIS, A.J.; MOSER, B.D. Bone strength as a trait for assessing mineralization in swine: a critical review of techniques involved. **Journal of Animal Science**, v.53, n.3, p.828-835, 1981.

CROMWELL, G.L. Availability os phosphorus in feedstuffs for swine. **Proceedings...of Distiller Feed Research Conference**, v.34, n.40, p.40-52,1979.

CROMWELL, G.L. Phytase appears to reduce phosphorus in feed, manure. **Feedstuffs**, v.63, p.41, 1991.

DENBOW, D.M., RAVINDRAN, V., KORNEGAY, E.T. et al. Improving Phosphorus availability in Soybean Meal for broilers by supplemental Phytase. **Poultry Science**, v.74, p.1831-1842, 1995.

DOURADO, L.R.B.; SAKOMURA, N.K.; FUKAYAMA, E.H. et al. Efeito da suplementação da fitase na digestibilidade dos nutrientes em rações de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Premio Lamas 2006, Supl. 8, p.12, 2006.

DOURADO, L.R.B.; SAKOMURA, N.K.; NASCIMENTO, D.C.M. Efeito de enzimas exógenas na disponibilidade da energia metabolizável verdadeira do milho e do farelo de soja. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, supl. 9, p.126, 2007.

ESPINOZA, W.; OLIVEIRA A.J.; de CONTINI, E.; **Produção e uso de rochas fosfáticas no Brasil**. Brasília, EMBRAPA-DEP, 1985, 106p.

FARREL, D.J. The beneficial effects of a microbial phytase in diets of broilers chickens and duck-lings. **Journal Physiology Animal Nutrition**, v.69, p.278-283. 1993.

FERLIN, M. **Efeito da fitase sobre a utilização da energia metabolizável da dieta em frangos de corte**. 2006. 98f. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

FERNÁNDEZ, S.R. **Uso de Enzimas Termoestables en la Alimentación Animal**. Disponível
em:http://www.engormix.com/uso_enzimas_termoestables_alimentacion_s_articulos_1489_AVG.htm. Acesso em: 20/08/2013

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, n.4, p.629-635, 2008.

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

GLYNN, I.M. All hands to the sodium pump. **Journal Physiology**. v.462, p. 1-30. 1993.

- GOMES, P.C.; RUNHO, R.C.; ROSTAGNO, H.S. 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 (supl. 1).
- KESHAVARZ, K. "Es necesario emplear la fitasa em la dieta de lás ponedoras?" **Industria Avícola**, v. 46, p.13-14, 1999.
- KOCH, M.E., MAHAN, D.C., CORLEY, J.R. An evaluation of various biological characteristics in assessing low phosphorus intake in weanling swine. **Journal of Animal Science**, v. 59, n.6, p. 1546-1556, 1984.
- 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. (Eds.) Enzymes in farm animal nutrition. Wallingford: Cab Publishing, 2001. 432p.
- KORNEGAY, E.T. Phytase in poultry and swine phosphorus management. In: EASTERN NUTRITION CONFERENCE, 1996, Ottawa. **Proceedings...** Ottawa: CFIA, 1996. p.71-113.
- LAN, G.Q.; ABDULLAH, N.; JALALUDIN, S. 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, n.10,p.1522-1532, 2002.
- LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; MARQUES, R.H. et al. Composição do fígado e da tíbia de frangos de corte alimentados com dietas contendo fitase e níveis reduzidos de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Premio Lamas 2005, Supl. 7, p.92, 2005
- LEENSTRA, F.R. Effect of age, sex, genotype and environment on fat deposition in broiler chickens: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.42, p.12-25, 1986.
- LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, C.R.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; BORSATTO, C.G. Suplementação dietética de fitase sobre o metabolismo de nutrientes de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1768-1773, 2010.
- 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, 2001. 406p

MIRACLE, G.L.; CROMWELL, G.L.; STAHLY, T.S.; KRATZER, D.D. Availability of phosphorus in corn, wheat and soybean meal for pigs. **Journal of Animal Science**. v.45, p.101, 1977. Suplemento 1.

MUNARO, F.A., LÓPEZ, J., TEIXEIRA, A.S., RUTZ, F. Aumento da disponibilidade do fósforo fítico pela adição de fitase a rações para frangos de corte. Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia, v.25, n.5, p.921-931, 1996.

NAGASHIRO C. Enzimas na nutrição de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 2007 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2007, Santos. **Anais...** Castelo - Campinas: FACTA, 2007. p. 309-327.

NELSON, T.S.; WALKER, A.C. The biological evaluation of phosphorus compounds. **Poultry Science**, v.43, n.1, p.94-98, 1964.

NIMMO, R.D.; PEO, E.R.; MOSER, B.D.; OUNNINGHAN, P.J.; OLSON, D.G.; GRENSHAW, T.D. Effect of various levels of dietary calcium and phosphorus on performance, blood and bone parameters in growing boars. **Journal of Animal Science**, v.51, n.1, p.100-111, 1980.

RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAN, G. et al. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broiler. **Poultry Science**, v.78, p.699-706, 1999.

RAVINDRAN, V.; COWIESON, A.J.; SELLE, P.H. Influence of dietary electrolyte balance and microbial phytase on growth performance, nutrient utilization, and excreta quality of broiler chickens. **Poultry Science**, v.87, p.677-688, 2008

RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H.; BRYDEN, W.L. Response of broilers to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorus levels. II. Effects on nutrient digestibility and retention. **British Poultry Science**, v.41, n.2, p.193-200, 2000.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 141p.

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, 2000. 141p.

SALMON, D.N.X. **Desenvolvimento de um bioprocesso para a produção, caracterização e recuperação da fitase de Schizophyllum commune obtida por fermentação em estado sólido**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2011. 107p. Dissertação (Mestrado em Processos Biotecnológicos)-Universidade Federal do Paraná, 2011.

SANTOS, F.R. **Efeito da suplementação com fitase sobre o desempenho e digestibilidade de nutrientes para frangos de corte.** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2005. 99p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2005.

SARAIVA, A.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de fósforo disponível em rações para leitoas de alto potencial genético para deposição de carne dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1279-1285, 2009.

SEBASTIAN, S., TOUCHBURN, S.P., CHAVEZ, E.R. et al. Aparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a corn-soybean diet supplemented with microbial phytase. **Poultry Science**, v. 78, p.1760-1769, 1997.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R. Implications of phytic acid and supplemental microbial phytase in poultry nutrition: a review. **Word's Poultry Science**, London, v. 54, p. 27-47, 1998.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R. et al. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, cooper and zinc in broilers chickens fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, v.75, n.6, p.729-736, 1996.

SECHINATO, A. S.; ALBURQUERQUE, R.; NAKADA, S. Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, p. 159-166, 2006.

SELLE, P.H., WALKER, A.R. & BRYDEN, W.L.Total and phytate-phosphorus contents and phytase activity of Australian-sourced feed ingredients for pigs and poultry. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v.43, p. 475-479, 2003

SELLE, P.H.; RAVIDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science Technology**, v. 135, p. 1-41, 2007.

SIMONS, P.C.M., VERSTEEGH, H.A.J., JONGBLOED, A.W. et al. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. **British Journal of Nutrition**, v.64, n.2, p.525-540, 1990.

SINDIRACÕES/ANFAL. **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. 2.ed. Campinas: CBNA/SDR/MA, 2005. 371p.

- SOHAIL, S.S., ROLAND, D.A. Influence of supplemental phytase on performance of broilers four to six of age. **Poultry Science**, v. 78, p. 550-555, 1999.
- STOBER, C.R.; CROMWELL, G.L.; STAHLY, T.S. Availability of phosphorus in corn and barley for de pig. **Journal of Animal Science**, v.49, p.97-98, 1979. Suplemento 1.
- SULLIVAN, T.W.; DOUGLAS, J.H.; GONZALES, N.J.; BOND JR, P.L. Correlation of biological value of feed phosphates with their solubility in water, dilute hydrogen chloride, dilute citric acid, and neutral ammonium citrate. **Poultry Science**, v.71, p. 2065-2074, 1992.
- TEJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.30, n.3, p.802-808, 2001
- TRAYLOR, S.L.; CROMWELL, G.L.; LINDEMANN, M.D. Bioavailability of phosphorus in meat and bone meal for swine **Journal of Animal Science**, v.83, p.1054-1061, 2005.
- UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N. **The mineral nutrition of livestock**. 3.ed. Penicuik, Edinburgh: Foundation for Animal Health and Welfare, 1999. 624p.
- VALLE, F.L.P. **Uso de fitase em dietas comerciais para frangos de corte contendo ou não ingrediente de origem animal**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2010. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)- Universidade Federal do Paraná, 2010.
- 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, n.8, p.1172-1183, 2002
- ZANELLA, I.; SAKOMURA, N.K.; SILVERSIDES, F.G. et al. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, v.78, p.561-568, 1999.

ANEXO 1



Universidade Federal de Uberlândia
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Comissão de Ética na Utilização de Animais (CEUA)
Avenida João Naves de Ávila, nº. 2160 - Bloco A, sala 224 - Campus Santa
Mônica - Uberlândia-MG –
CEP 38400-089 - FONE/FAX (34) 3239-4131; e-mail:ceua@propp.ufu.br;
www.comissoes.propp.ufu.br

ANÁLISE FINAL Nº 156/11 DA COMISSÃO DE ÉTICA NA UTILIZAÇÃO DE ANIMAIS PARA O PROTOCOLO REGISTRO CEUA/UFU 077/11

Projeto Pesquisa: "Sorgo grão na alimentação de francos de corte: 1- Uso de grão inteiro nas rações das diferentes fases de criação. 2- Fontes minerais e orgânicas de fósforo nas dietas base sorgo".

Pesquisador Responsável: Evandro de Abreu Fernandes

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com animais nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

SITUAÇÃO: PROTOCOLO DE PESQUISA APROVADO.

OBS: O CEUA/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEUA PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

Uberlândia, 21 de setembro de 2011

Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes
Presidente da CEUA/UFU