

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FÁBIO LUÍS DE PAULA VALLE

**USO DE FITASE EM DIETAS COMERCIAIS PARA FRANGOS DE CORTE CONTENDO  
OU NÃO INGREDIENTE DE ORIGEM ANIMAL**

CURITIBA

2010

FÁBIO LUÍS DE PAULA VALLE

**USO DE FITASE EM DIETAS COMERCIAIS PARA FRANGOS DE CORTE CONTENDO  
OU NÃO INGREDIENTE DE ORIGEM ANIMAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Nutrição Animal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias

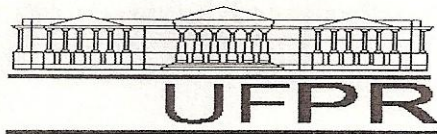
Orientador: Prof. Dr. Fabiano Dahlke  
Co-Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka

CURITIBA

2010



## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



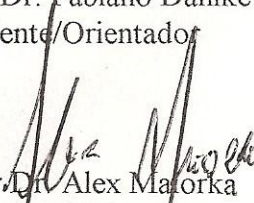
### PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada “**USO DE FITASE EM DIETAS COMERCIAIS PARA FRANGOS DE CORTE CONTENDO OU NÃO INGREDIENTES DE ORIGEM ANIMAL**” apresentada pelo Mestrando FÁBIO LUÍS DE PAULA VALLE declara ante os méritos demonstrados pelo Candidato, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09-CEPE/UFPR, que considerou o candidato ALTO para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

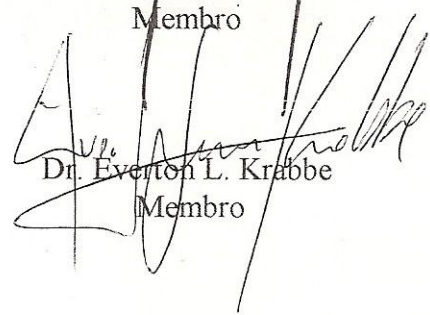
Curitiba, 25 de fevereiro de 2011



Professor Dr. Fabiano Dahlke  
Presidente/Orientador



Professor Dr. Alex Malorka  
Membro



Dr. Everton L. Krabbe  
Membro

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais que sempre acreditaram em mim e deram muito amor e incentivo em minha caminhada assim como minha irmã e minha vó pelos momentos alegres proporcionados

A minha noiva Chayane pelo amor, incentivo, ajuda e companheirismo em todos os momentos sempre ao meu lado.

Ao meu orientador Dr. Fabiano Dahlke que tenho muito respeito, agradeço pela orientação, conselhos e amizade nos momentos que passamos juntos em minha vida acadêmica e fora dela

Ao professor Alex Maiorka pelo apoio, confiança, amizade e incentivo durante a minha vida acadêmica e fora dela

Ao Dr Everton Krabbe que enriqueceu o trabalho com suas considerações

Aos amigos Ivânio, Andrézão, Mineiro, Marcelo (Krust), Lucas, Vini, André Tossêra, Fran, Aline que estiveram ao meu lado independente de ser momentos de festa ou de suor na fazenda experimental durante os experimentos

A todos os professores do curso de pós-graduação em Ciências Veterinárias, pela colaboração e ensinamentos

A todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

**MUITO OBRIGADO A TODOS POR ME APOIAREM NESSA CAMINHADA!!!**

**Fábio Valle**

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	xivii
LISTA DE QUADROS .....	xviii
LISTA DE TABELAS .....	ixvi
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	xviii
RESUMO .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	15
1. INTRODUÇÃO .....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1. FITATO NOS ALIMENTOS .....	17
2.2. FITASE NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE .....	22
2.3. SUBPRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS .....	27
2.4. CAMA DE AVES.....	30
3. CONSIDERAÇÕES.....	33
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
CAPÍTULO II – DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DA CAMA PRODUZIDA POR FRANGOS ALIMENTADOS COM DIETAS COMERCIAIS SUPLEMENTADAS COM FITASE.....	46
RESUMO: .....	46
ABSTRACT:.....	47
1. INTRODUÇÃO.....	48
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	49
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	55
4. CONCLUSÃO .....	61
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
CAPÍTULO III – DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E CARACTERÍSTICAS ÓSSEAS DE FRANGOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO OU NÃO INGREDIENTE DE ORIGEM ANIMAL SUPLEMENTADAS COM FITASE .....	67
RESUMO .....	67
ABSTRACT .....	68
1. INTRODUÇÃO.....	69
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	70
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	76

4.	CONCLUSÃO .....	83
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
CAPÍTULO IV – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....		90

## **LISTA DE FIGURAS**

### **CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

FIGURA 1 – Representação da molécula de fitato com os seis íons fosfato ligados a cada um dos seis carbonos do anel de inositol

FIGURA 2 - Diferentes solubilizações do fitato ao longo do trato gastrintestinal de suínos

FIGURA 3 - Fluxograma do processo básico de produção de farinhas animais

## **LISTA DE QUADROS**

### **CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

QUADRO 1 – Fósforo total (P total), Fósforo fítico (P fítico), disponibilidade do fósforo e fósforo disponível (P disp) em ingredientes utilizados nas rações de frangos de corte

### **CAPÍTULO II – DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DA CAMA PRODUZIDA POR FRANGOS ALIMENTADOS COM DIETAS COMERCIAIS SUPLEMENTADAS COM FITASE**

QUADRO 1 – Composição da dieta inicial para frangos de 1 a 21 dias de idade

QUADRO 2 – Composição da dieta e crescimento para frangos de 22 a 35 dias de idade

QUADRO 3 – Composição da dieta de terminação para frangos de 36 a 42 dias de idade

### **CAPÍTULO III – DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E CARACTERÍSTICAS ÓSSEAS DE FRANGOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO INGREDIENTES DE ORIGEM ANIMAL SUPLEMENTADAS COM FITASE**

QUADRO 1 – Composição da dieta inicial para frangos de 1 a 21 dias de idade

QUADRO 2 – Composição da dieta e crescimento para frangos de 22 a 35 dias de idade

QUADRO 3 – Composição da dieta de terminação para frangos de 36 a 42 dias de idade

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

TABELA 1 – Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo ou não ingredientes de origem animal

TABELA 2 – Concentração média de nitrogênio (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) e teor de matéria seca (MS) em camas com vários níveis de reutilização.

### **CAPÍTULO II – DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DA CAMA PRODUZIDA POR FRANGOS ALIMENTADOS COM DIETAS COMERCIAIS SUPLEMENTADAS COM FITASE**

TABELA 1 – Tratamentos experimentais

TABELA 2 – Desempenho zootécnico de frangos de corte alimentados com dietas vegetais ou contendo ingrediente de origem animal, suplementadas ou não com enzima Fitase

TABELA 3 – Produção de excretas (PE), coeficiente de resíduo (CRes), matéria seca (MS), nitrogênio (N), fósforo (P) e produção de amônia em cama de frangos de corte aos 42 dias de idade, expressos em matéria seca

### **CAPÍTULO III – DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E CARACTERÍSTICAS ÓSSEAS DE FRANGOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO INGREDIENTES DE ORIGEM ANIMAL SUPLEMENTADAS COM FITASE**

TABELA 1 – Tratamentos experimentais

TABELA 2 – Coeficientes de digestibilidade ileal aparente da proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cálcio (Ca) e fósforo (P)

TABELA 3 – Resíduo mineral (RM), cálcio (Ca), fósforo (P), resistência óssea (Res), densidade (Dens) e índice de Seedor (Seedor) em tíbias de frangos de corte alimentados

com dietas contendo ou não ingrediente de origem animal, com ou sem suplementação de fitase, aos 21 dias de idade.

TABELA 4 - Resíduo mineral (RM), cálcio (Ca), fósforo (P), resistência óssea (Res), densidade (Dens) e índice de Seedor (Seedor) em tíbias de frangos de corte alimentados com dietas contendo ou não ingrediente de origem animal, com ou sem suplementação de fitase, aos 42 dias de idade

TABELA 5 - Nível sérico de fosfatase alcalina de frangos de corte aos 42 dias de idade.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

® - registrado

°C – grau Celsius

Ca – cálcio

Ca<sup>2+</sup> - íon cálcio

Cres – coeficiente de resíduo

Cu<sup>2+</sup> - íon cobre

CV – coeficiente de variação

E – empuxo

EE – extrato etéreo

EM – energia metabolizável

Fe<sup>+2</sup> – íon ferro

FES – fermentação no estado sólido

FOAs – farinhas de origem animal

g – grama

IEP – índice de eficiência produtiva

IP1- fosfato de inositol

IP3 – trifosfato de inositol

IP4 – tetrafosfato de inositol

IP5 – pentafosfato de inositol

IP6 – hexafosfato de inositol

K<sup>+</sup> - íon potássio

l – litro

Lt – lisina total

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Mg<sup>2+</sup> - íon magnésio

MS – matéria seca

N – nitrogênio

P – fósforo

PB – proteína bruta

Pd – fósforo disponível

PE – produção de excretas

Pi – fósforo inorgânico

$\text{PO}_4^{3-}$  - íon fosfato

RM – resíduo mineral

T – tratamento

UI – unidade internacional

Vol – Volume

$\text{Zn}^{2+}$  - íon zinco



# USO DE FITASE EM DIETAS COMERCIAIS PARA FRANGOS DE CORTE CONTENDO OU NÃO INGREDIENTE DE ORIGEM ANIMAL

## RESUMO

O bom desempenho das aves está aliado a digestão e absorção adequada dos nutrientes presentes na dieta. O fitato é um potente fator antinutricional que indisponibiliza aproximadamente 70% do fósforo presente em ingredientes de origem vegetal encarecendo a ração e contribuindo para a contaminação de águas subterrâneas com a lixiviação desse mineral. A utilização da farinha de carne na formulação reduz a concentração de fitato nas dietas avícolas e substitui a inclusão de fósforo inorgânico. Sabendo que a fitase é uma enzima exógena que hidrolisa o fitato a presente dissertação teve por objetivo investigar a suplementação dessa enzima em rações com diferentes formulações sobre o desempenho zootécnico, características ósseas de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e o potencial poluente da atividade avícola. Foram utilizados 1056 frangos de corte machos, distribuídos num delineamento experimental totalmente casualizado composto por 6 tratamentos com 8 repetições. As dietas dos tratamentos 1, 2 e 3 foram compostas exclusivamente por ingredientes de origem vegetal e as demais dietas com inclusão de ingredientes de origem animal (farinha de carne e ossos). Os tratamentos 2, 3, 5 e 6 tiveram os níveis nutricionais das dietas ajustados sendo que houve inclusão de fitase nos tratamentos 3 e 6. Avaliou-se o desempenho zootécnico, coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos nutrientes, níveis séricos da enzima fosfatase alcalina, qualidade óssea dos frangos, produção de excretas, coeficiente de resíduo gerado pelas aves e composição química da cama aviária. Com exceção do nível sérico de fosfatase alcalina, todas as variáveis analisadas foram influenciadas pelos tratamentos. Nas condições experimentais utilizadas, a inclusão de fitase em rações para frangos de corte contendo ou não farinha de carne, melhora a digestibilidade dos nutrientes, permitindo redução nos níveis nutricionais das dietas sem comprometer o desempenho zootécnico e o desenvolvimento ósseo das aves. Além disso, a enzima e a farinha de carne e ossos auxiliam na redução do impacto ambiental por reduzir a umidade e a concentração de fósforo na cama.

**Palavras-chave:** enzima, farinha de carne, fitato, inositol

# PHYTASE IN COMMERCIAL BROILERS DIETS CONTAINING OR NOT ANIMAL INGREDIENTS

## ABSTRACT

The good performance of birds is combined with proper digestion and absorption of nutrients in the diet. Phytate is a powerful anti-nutritional factor that unavailable to approximately 70% of the phosphorus present in ingredients of plant origin contributing to the groundwater contamination with leaching of this mineral. The use of meat bone meal in the diets reduces the phytate concentration in poultry feed and replaces the inclusion of inorganic phosphorus. Knowing that exogenous phytase is an enzyme that hydrolyzes phytate, this dissertation aimed to investigate this enzyme supplementation in diets with different formulations on the performance, bone characteristics of broiler chickens, digestibility of nutrients and pollution potential of poultry activities. 1056 male broilers were distributed in a completely randomized experimental design consisting of six treatments with eight replications. Diets of treatments 1, 2 and 3 were composed exclusively of plant ingredients and diets with inclusion of other ingredients of animal origin (meat bone meal). Treatments 2, 3, 5 and 6 had levels of nutritional diets adjusted and there was inclusion of phytase in treatments 3 and 6. We evaluated the poultry performance, apparent ileal digestibility of nutrients, serum alkaline phosphatase, bone quality of broilers, excreta production, residue coefficient and chemical composition of poultry litter. With the exception of serum alkaline phosphatase, all variables were influenced by the treatments. Under the experimental conditions used, the inclusion of phytase in diets for broilers with or without meat meal, improves the digestibility of nutrients, allowing for a reduction in nutrient levels of diets without compromising animal performance and bone development in birds. In addition, the enzyme and the meat and bones help reduce environmental impact by reducing moisture and phosphorus concentration in the poultry litter.

**Keywords:** enzyme, meat meal, phytato, inositol

## **CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1. INTRODUÇÃO**

A demanda nutricional dos frangos de corte varia conforme o melhoramento genético avança a cada nova linhagem produzida. Com isso, para que os animais possam expressar todo o potencial genético a nutrição dessas aves precisa ser ajustada para que consiga disponibilizar ao animal os nutrientes que ele necessita.

As rações para frangos de corte são compostas basicamente por ingredientes de origem vegetal: milho como principal ingrediente energético aliado aos óleos e gorduras e soja e seus co-produtos como fonte de proteína e aminoácidos. Ainda no grupo dos ingredientes protéicos encontram-se as farinhas de origem animal (FOAs) que além de apresentarem altas concentrações de cálcio (2,56%) e fósforo (1,37%) em sua composição, possuem baixo custo e grande disponibilidade para as agroindústrias, pois são produzidos diariamente e em grande quantidade como subprodutos dos abatedouros nas unidades produtoras. Outros aspectos relevantes sobre a utilização de FOAs em rações avícolas é que elas permitem a redução na inclusão de farelo de soja, que sabidamente apresenta consideráveis concentrações de fitato, e a substituição de fontes de fósforo inorgânico, reduzindo os custos de produção da atividade.

Aproximadamente 70% do fósforo (P) contido nos cereais está na forma de fitato (inositol hexafosfato), uma forma química de baixa disponibilidade biológica para aves, a qual além de deixar indisponível o P, quelata cátions bivalentes ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  e  $\text{Cu}^{2+}$ )(FERKET, 1993),reduz a digestibilidade da proteína e energia (NAHM, 2007), aumentando assim a excreção de minerais e nitrogênio no ambiente.

Outro desafio cada vez mais atual é a busca pela diminuição do impacto ambiental da avicultura industrial pela redução no volume de dejetos produzidos e da excreção de substâncias potencialmente poluentes como o nitrogênio e o fósforo. Em 2009, o Brasil abateu cerca de 4,8 bilhões de unidades de frango (IBGE, 2011), e sabendo que cada ave produz em média 2,5 kg de cama de frango (em base de matéria natural), estima-se que foram gerados cerca de 12 bilhões de toneladas de cama de frango.

Nesse contexto, algumas enzimas exógenas podem ser utilizadas na nutrição animal visando principalmente inibir os fatores antinutricionais dos ingredientes, levando a um melhor aproveitamento dos nutrientes e conseqüentemente a redução na excreção destes. As fitases, enzimas responsáveis por hidrolisar o ácido fítico, têm sido utilizadas nas rações de não ruminantes com o objetivo de aumentar a disponibilidade e

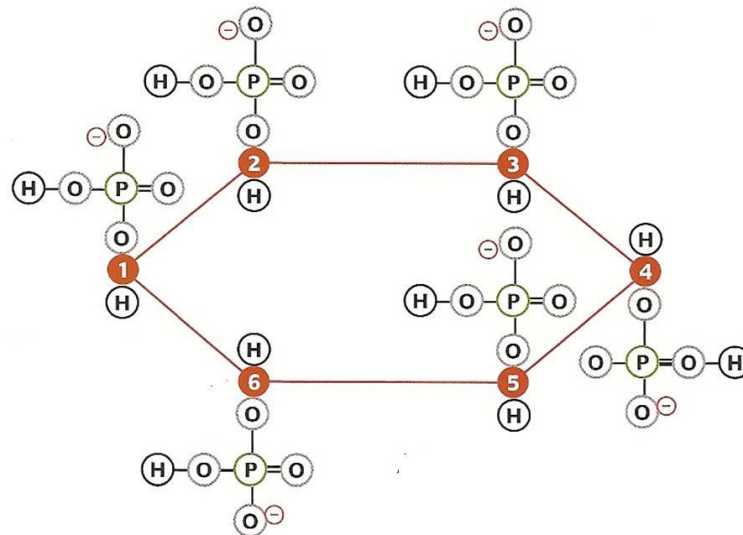
digestibilidade dos nutrientes nas rações, diminuir o custo da dieta reduzindo a necessidade de suplementação de fósforo inorgânico além de minimizar a poluição ambiental.

Baseado nisso, a presente dissertação tem por objetivo investigar o impacto da enzima fitase em diferentes formulações de ração sobre o desempenho zootécnico, características ósseas de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e o potencial poluente da atividade avícola.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. FITATO NOS ALIMENTOS

É considerável o volume de ingredientes de origem animal utilizados em dietas para frangos de corte por serem simultaneamente uma boa fonte protéica e de minerais. No entanto, tendo uma inclusão máxima de até 7% em rações de frangos de corte (ROSTAGNO et al, 2005), é imprescindível o uso de ingredientes de origem vegetal na formulação das rações avícolas. Assim, mais de 50% das rações são compostas por ingredientes vegetais nos quais, em média, 70% do fósforo encontra-se na forma de fitato (Figura 1).



**Figura 1.** Representação da molécula de fitato com os seis íons fosfato ligados a cada um dos seis carbonos do anel de inositol

Fitato, ácido fítico, mio-inositol, mio-inositol hexafosfato e fitina como sinônimos do mesmo composto antinutricional. Apesar das enzimas fitases atuarem hidrolisando todas essas substâncias, são compostos distintos: mio-inositol hexafosfato, ácido fítico ou fitato, termo utilizado rotineiramente, refere-se ao sal misto de ácido fítico; mio-inositol ou ácido fítico é a forma livre do anel aromático do fitato, sem os grupamentos fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ); já a fitina refere-se especificamente ao complexo de mio-inositol hexafosfato com potássio, magnésio e cálcio, tal como ocorre nas plantas (SELLE e RAVINDRAN, 2007).

O fitato é um composto complexo considerado um dos mais potentes fatores antinutricionais. É responsável por perdas significativas de nutrientes, aminoácidos e energia por reduzir a disponibilidade ao animal bem como aumentar a produção de

mucinas e intensificar o “turnover” celular no trato digestório (COWIESON et al, 2004 e 2009). O fósforo fítico é a designação dada ao fósforo que faz parte da molécula de hexafosfato de inositol (IP6), o qual é encontrado somente em vegetais. Os fosfatos de inositol encontrados em grãos contêm aproximados 90% do inositol na forma hexafosfórica (IP6), correspondendo, os restantes 10%, à somatória dos penta (IP5), tetra (IP4) e trifosfatos (IP3) (CÚNEO et al, 2000). Entretanto, somente IP5 e IP6 têm efeito negativo na biodisponibilidade de minerais. Os demais compostos formados têm baixa capacidade de ligar-se a minerais ou os complexos formados são mais solúveis (SANDBERG et al., 1989).

O fósforo fítico presente nos cereais e nas sementes oleaginosas varia tanto na quantidade (Quadro 1) quanto em sua 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.

<b>Ingrediente</b>	<b>P total (%)</b>	<b>P fítico (% Ptotal)</b>	<b>P disp (%)</b>
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

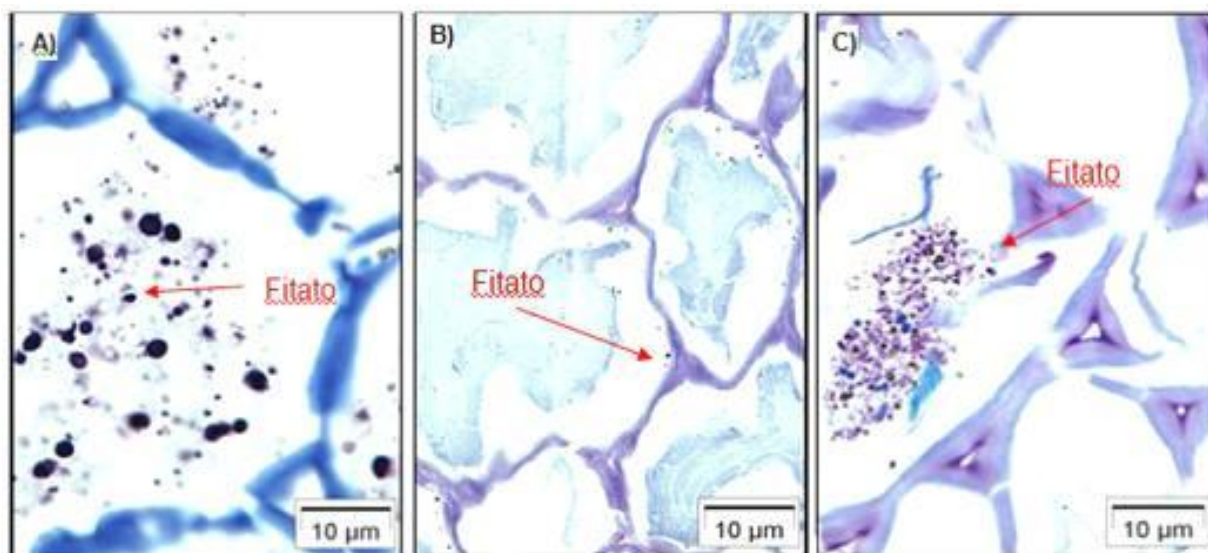
Adaptado de ROSTAGNO et al (2005), RAVINDRAN et al (1994, 1995 e 1996), ASSADA e KASAY (1962)

A principal função do ácido fítico nos vegetais é como reserva de grupos fosfatos reativos, ou seja, uma fonte de fósforo para as sementes, estoque energético, fonte de cátions (CHERYAN, 1980) e responsável pela iniciação da dormência (REDDY et al., 1982). Nas sementes, o ácido fítico é complexado com potássio ( $K^+$ ) e magnésio ( $Mg^{2+}$ ) e em menor proporção com cálcio ( $Ca^{2+}$ ) para formar a fitina.

Em células animais XU, 2005 citado por QUIRRENBACH et al, 2009 mostrou que o ácido fítico tem como função a sinalização da transmembrana e mobilização do cálcio para as reservas intracelulares e QUIRRENBACH et al (2009) afirma que o mesmo composto pode exercer papel antioxidante natural por inibir a peroxidação lipídica devido acelerar o processo de auto-oxidação de íons ferrosos para íons férricos cataliticamente . O mesmo foi demonstrado por AHN et al. (2004), citado por QUIRRENBACH et al (2009), onde os autores avaliaram a atividade antioxidante do ácido fítico em modelos lipídicos submetidos ou não à irradiação, e concluíram que esse composto apresentou atividade antioxidante superior aos antioxidantes comumente utilizados na indústria de alimentos.

Em pH baixo o ácido fítico precipita  $Fe^{3+}$  e em pH intermediário a alto, forma complexos insolúveis com outros cátions polivalentes, reduzindo a biodisponibilidade de vários minerais (GRAF, 1983). Em pH intestinal, alcalino (aproximadamente 6,5), o fitato forma complexos com metais preferencialmente na seguinte ordem: Cobre > Zinco > Cobalto > Manganês > Ferro > Cálcio (OBERLEAS, 1973), indisponibilizando-os à absorção.

Devido a maior solubilidade da fitina presente nos ingredientes vegetais utilizados na formulação de rações para frangos, no proventrículo e moela onde o pH é baixo (2,5 – 3,5) ocorre uma solubilização desse composto e passa a existir o ácido fítico, livre e reativo. À medida que o bolo alimentar avança pelo trato gastrointestinal e ocorre o aumento do pH, o ácido fítico então se complexa com minerais, cálcio principalmente, proteínas (SELLE et al, 2006) e enzimas específicas como amilase (DESHPANDE e CHERYAN, 1984), precipitando este complexo na solução aquosa do bolo alimentar, formando o fitato e a solubilidade do substrato e a susceptibilidade à hidrólise ficam reduzidas (MAENZ et al., 1999; MAENZ e CLASSEN, 1998), indisponibilizando esses nutrientes ao animal (Figura 2).



**Figura 2:** Diferentes solubilizações do fitato ao longo do trato gastrointestinal de suínos.

A) Porção inicial/ração (pH 3 a 6) - Fitato Insolúvel; B) Estômago (pH 2 a 3) - Fitato solúvel; C) Intestino (pH 5 a 6) - Fitato precipitado

Microimagens feitas da digesta, coletada em diferentes regiões do trato digestivo de frangos, mostraram que aproximadamente 100% do fitato, em uma dieta milho e soja, estava solúvel na moela, na forma de ácido fítico, mas a molécula de fitato reaparecia no jejuno (ONYANGO et al., 2004). Estes pesquisadores acharam uma diferença significativa na atividade de diferentes enzimas exógenas na porção superior do trato digestivo.

Assim pode-se dizer que o complexo fitato-mineral pode existir como um quelato solúvel ou complexos insolúveis que se precipitam da solução, dependendo da concentração do ácido fítico, do mineral e do pH da solução. Partindo desse pressuposto, a utilização de acidificantes nas dietas conjuntamente com fitases se torna-se um processo ambíguo pois ao passo que a redução no pH solubiliza a molécula de fitato e favorece a ação da fitase, essa solubilização torna o fator antinutricional mais reativo, facilitando a complexação do fitato com os minerais presentes nessa ração ao passar para as porções mais distais do trato gastrointestinal que são mais alcalinas e, dessa forma, piorando a disponibilidade desses minerais ao animal. Entretanto CHERYAN (1980) afirma que nos alimentos, sob condições naturais, o ácido fítico encontra-se carregado negativamente, e isso já lhe confere alto potencial para complexação com moléculas carregadas positivamente, como cátions e proteínas.

DARI (2004) afirma que complexos mineral-fitato tendem a se formar em pH neutro ou básico quando a concentração de mineral excede a concentração de fitato; já em pH

menor que 5, o fitato não se precipita na presença de  $\text{Ca}^{2+}$  ou  $\text{Mg}^{2+}$  mesmo em proporções mineral:fitato de 12:1.

SANDBERG et. al. (1999), demonstraram que o hexafosfato de inositol (IP6) e o IP5 (pentafosfato de inositol) inibem a absorção de ferro. Também YOON et al (2007) demonstraram que a quelação de minerais bivalentes com o ácido fítico ou sua associação com enzimas, têm efeito negativo na atividade das enzimas envolvidas na digestão do amido, como a amilase salivar, que requerem minerais como cálcio para ativação. Outra forma que o ácido fítico pode interferir na digestão de carboidratos é ligando-se diretamente ao amido (NUNES, 2001)

A presença do fitato também interfere na digestão protéica, pois quando ligadas ao fator antinutricional as proteínas da dieta se tornam menos susceptíveis às proteases endógenas. Isso pode ocorrer tanto pela inibição da atividade das proteases endógenas devido a complexação da molécula de fitato com a própria enzima que é uma proteína, quanto pela remoção de cofatores (minerais) necessário para atuação das enzimas proteolíticas. Isso concorda com DARI, 2004 que atribui a piora na digestibilidade protéica ao fato dos grupos fosfato do ácido fítico poderem formar ligações eletrostáticas com os grupamentos amino terminais e, na presença de minerais, esses servem de ponte entre o grupo carboxila terminal e algum fosfato da molécula de fitato, formando um complexo de fitato-mineral-proteína.

Na digestão de gorduras, fonte energética das rações, o complexo cálcio-fitato pode reagir com ácidos graxos formando sabões insolúveis no lúmen intestinal (NUNES, 2001). Trabalhos recentes (SELLE et al., 2006; COWIESON et al., 2008), têm mostrado que a presença do fitato nas rações pioram a metabolizabilidade de energia e a digestibilidade de aminoácidos não só pela relação direta que esse composto possui com os nutrientes, ou pela inibição de algumas enzimas digestivas, mas também pelo excesso de perdas endógenas. Dessa forma, sugere-se que os efeitos da enzima fitase sobre o aproveitamento de aminoácidos e energia devam-se também à redução das perdas endógenas causadas pela presença do fitato que é um importante agressor da mucosa intestinal de frangos (RAVIDRAN et al., 1995, PERSSON et al., 1998, BATAL et al., 2001, BANKS et al., 2004 e COWIESON et al., 2009).

## 2.2. FITASE NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

As enzimas são proteínas com papel específico nas reações bioquímicas e se encontram entre as mais notáveis macromoléculas conhecidas devido a sua alta especificidade e ao seu poder catalítico. O desenvolvimento e a viabilidade técnica das enzimas exógenas é um marco importante na nutrição de monogástricos.

A utilização de enzimas exógenas na nutrição de monogástricos tem como principal objetivo manipular as condições existentes no trato digestivo e melhorar o valor nutricional dos ingredientes (MENG et al., 2005), por meio da complementação das enzimas que são produzidas pelo próprio animal (amilases e proteases), fornecer aos animais enzimas que eles não conseguem sintetizar (celulases) e reduzir os efeitos negativos causados pelos fatores antinutricionais como o fitato (FISHER, 2002).

Porém, para que essas enzimas sejam efetivas, estas precisam resistir à ação do pH estomacal, ser termorresistentes para que não sejam inativadas pela temperatura do processamento do alimento e ainda estáveis durante a estocagem desse (NUNES, 2001).

A preocupação com o meio ambiente aliado ao aspecto econômico faz com que a suplementação de fitase às dieta avícolas seja uma realidade na avicultura moderna. A utilização da enzima fitase permite melhor aproveitamento da dieta oferecida às aves, pois ao aumentar a biodisponibilidade do fósforo (P) pela hidrólise do ácido fítico, diminui a necessidade de suplementação com fontes inorgânicas de P na dieta, aumenta também a biodisponibilidade de outros macro e micronutrientes ali complexados. Dessa forma, facilita o atendimento à demanda nutricional dos frangos, bem como reduz de 20 a 50% o P excretado (DARI, 2004), minimizando o impacto ambiental causado pela atividade agropecuária.

Fitases são *mio*-inositol hexafosfato hidrolases que catalisam uma série de reações graduais de desfosforilação do ácido fítico ou fitato (IP6) para outros ésteres de inositol fosfato (IP5-IP1), fosfato inorgânico (Pi), ou seja, essa enzima atua hidrolisando o fitato (IP6), a moléculas com menor efeito antinutricional (IP5-Pi).

A fitase está amplamente distribuída nos tecidos vegetais, em várias espécies de fungos e em algumas bactérias. Esta enzima hidrolisa o ácido fítico em inositol e fosfato inorgânico (SILVA e TRUGO, 1996). Partindo-se desse conhecimento as fitases comercializadas atualmente são obtidas a partir de fungos ou bactérias.

A tecnologia para a produção em escala comercial dessas enzimas evoluiu muito, tanto referente às técnicas de obtenção, quanto à engenharia genética. Isso permite que tenhamos enzimas produzidas por vários microrganismos geneticamente modificados ou

não, resultantes de muitos casos da expressão do gene de *Aspergillus ficus* expressado em outros fungos ou bactérias. Inicialmente, os processos de produção utilizavam o método de fermentação submersa, mas atualmente a fermentação no estado sólido (FES) tem despertado maior interesse, em função dos bons rendimentos apresentados (SILVA et al, 2010).

Segundo ROUSSOS et al. (1997) a FES é um processo microbiano que geralmente ocorre na superfície de materiais sólidos os quais possuem a capacidade de absorver água, podendo ou não conter nutrientes solúveis e ser ou não biodegradáveis. As condições da cultura, concentração, natureza do substrato e a disponibilidade dos nutrientes são fatores que devem ser considerados na escolha da técnica a ser utilizada na produção de fitase, segundo VATS et al (2004). A produção de enzimas utilizadas na nutrição animal como amilases, celulasas e fitases são amplamente realizadas pelo método de fermentação em estado sólido (BOGAR et al., 2003)

Além das diferentes origens e dos diferentes processos de fabricação das fitases, essas ainda podem ser divididas em 6-fitases e 3-fitases, de acordo com o local onde é iniciada a hidrólise da molécula de fitato: 3-fitase e 6-fitase, iniciam a hidrólise do anel de mio-inositol hexafosfato nas posições 3 e 6, respectivamente (PALLAUF & RIMBACH, 1995). Para GREINER et al., 2000 e 2001 todas as fitases são capazes de hidrolisar o fosfato a partir das posições três ou seis da molécula hexafosfato de inositol, mas a habilidade de desfosforilar o restante da molécula inositol fosfato varia substancialmente. A capacidade anti-nutricional do fitato pode ser continuamente reduzida a cada perda seqüencial de um grupo fosfato, mas o maior benefício é atingido com as duas primeiras reações catalíticas (o objetivo deve ser a máxima hidrólise do IP6, IP5 e IP4).

Ao hidrolisar os resíduos de fosfato do ácido fítico diminui a sua forte afinidade por certos minerais (FENNEMA, 1993). Sendo assim, as fitases além de contribuírem para uma melhor digestão de certos componentes nos animais monogástricos (aproveitamento do fósforo), também contribuem para a diminuição nos níveis de fósforo excretado pelo animal, com conseqüente diminuição da poluição provocada pelo excesso de fósforo no meio ambiente.

Pesquisas mostram que a ave tem habilidade para continuar a desfosforilação da molécula de fitato no trato intestinal, com fosfatases ácidas endógenas (ZYLA,1993; ZYLA et al., 1995) uma vez que o grupo fosfato inicial seja removido da molécula hexa-fosfato de inositol. Entretanto estas enzimas são ineficazes contra o fosfato intacto (NASI et al., 1995).

Teoricamente, a hidrólise do fitato, por meio de reações de desfosforilação, gera uma molécula de inositol e 6 moléculas de fósforo inorgânico, então disponíveis às aves. Porém, pelo fato de a molécula presente na posição 2 do anel de mio-inositol hexafostato ser, de certa forma resistente á hidrólise (WODZINSKI & ULLAH, 1996), o resultado final da ação da fitase seria então a formação de 5 moléculas de fósforo e uma de mio-inositol monofosfato (SELLE & RAVINDRAN, 2007). Como diversos fatores interferem a ação das fitases, dentre eles a concentração e a fonte do substrato, relação Ca:P, quantidade de fibra da ração, temperatura e pH, idade dos animais e conteúdo de vitamina D nas dietas (BEDFORD, 2000), não há quebra de 100% do fitato presente nos vegetais, bem como a hidrólise completa das moléculas de fitato

Considerando os prejuízos causados pela presença do fitato e a síntese praticamente nula de fitase endógena por parte das aves (NELSON et al., 1968; SIMONS et al, 1990 e MAENZ e CLASSEN, 1998), a suplementação de fitases exógenas nas dietas é interessante devido ao impacto dela numa formulação de ração visto que o fitato complexa minerais, aminoácidos e até mesmo o amido. Assim, a quebra das moléculas de fitato pode melhorar o desempenho zootécnico devido a melhora na biodisponibilidade dos nutrientes aos animais.

Baseado nesse conceito, os nutricionistas podem formular as rações com menores níveis nutricionais sem que ocorra prejuízo zootécnico pois devido a essa melhora na disponibilidade dos nutrientes com a quebra da molécula de fitato a exigência nutricional dos animais continuam sendo atendidas. SHELTON et al. (2004), avaliando a matriz nutricional de uma fitase comercial em dietas a base de milho e farelo de soja, observaram que foi possível considerar a matriz completa da enzima, incluindo aminoácidos e energia, sem prejudicar o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. Em trabalho realizado por PAYNE et al. (2005), avaliando duas enzimas comerciais na forma líquida e sólida, com 3 diferentes níveis de inclusão, não observaram diferenças no desempenho em relação as fontes de fitase utilizadas e observaram melhora a medida que a inclusão de fitase aumentava; foram realizados 3 experimentos onde os níveis de suplementação variavam de 100 a 750 FTU/kg de alimento.

FERNANDES (2002), utilizando 500 FTU/Kg de fitase nas rações de frangos de corte alimentados com sorgo e milho, observou que a fitase foi capaz de aumentar a disponibilidade do fósforo fítico, proteína, aminoácidos e energia. Da mesma forma, TEJEDOR (2001), testando efeito da adição de enzimas em dietas de frango à base de milho e soja sobre a digestibilidade ileal de frangos, obteve resultados positivos na

digestibilidade ileal da MS, PB e EB em 5,2%; 2,4%; 3,8% respectivamente e melhorou a digestibilidade de cálcio e fósforo.

Na mesma linha, SANTOS (2005), trabalhando com frangos de corte de 14 dias de idade, utilizando 500 e 750 FTU de fitase em dietas nutricionalmente deficientes, relata que essa adição permite restaurar o valor nutricional da dieta, indicado pelo aumento da digestibilidade dos nutrientes com a adição da enzima.

Para COSTA, (2003) a adição de fitase aumenta a digestibilidade e disponibilidade de cobre, zinco e nitrogênio. Nesse mesmo sentido, TEJEDOR (2000), verificou que a adição de fitase microbiana pode reduzir a suplementação do fósforo, cálcio, aminoácidos e outros minerais da dieta.

FERNANDES et al. (2003), utilizando níveis nutricionais reduzidos em dietas a base de milho e de sorgo para frangos de corte na fase de 1 a 49 dias de idade, verificaram que a suplementação de fitase proporcionou resultados igual ao tratamento controle. Em outro experimento verificando a redução dos níveis nutricionais SHELTON et al. (2004) verificaram que a redução no níveis nutricionais da dieta aliado a suplementação de fitase (600FTU/kg de ração) não causaram 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.

A atividade enzimática da fitase (FTU) foi definida como sendo a quantidade de enzima necessária para liberar um micromol de fosfato inorgânico a partir de um mililitro de solução de fitato de sódio a 5,1mM, por minuto e por grama de substrato seco, a 37°C e pH 5,5 (ENGELEN et al, 1994). Para SELLE et al. (2006), devido a grande variação intrínseca entre as fitases, não existe uma metodologia padrão internacional para expressar sua atividade. Somado a isso, WARD e CAMPBELL (2007) dizem que essa definição de FTU foca exclusivamente nas condições do ensaio e não contempla alguns detalhes que podem alterar os resultados como por exemplo o poder tampão, os cofatores da enzima e o tempo para completar a incubação. Sendo assim, muitas vezes fica difícil correlacionar os resultados encontrados entre trabalhos científicos quando a enzima que está sendo utilizada não possui as mesmas unidades da relatada no trabalho em questão.

Parece que os benefícios da liberação do fósforo e dos aminoácidos são totalmente previsíveis com o uso de uma fitase. Porém, deve-se salientar que os produtos disponíveis no mercado têm características bastante distintas, ou seja, as enzimas são produzidas de forma distinta, atuam de forma desigual, em pHs diferentes, produzindo resultados também

desuniformes na utilização da fitase pra degradação do fitato. No mesmo sentido, BEDFORD (2000), afirma que a atividade da fitase pode variar devido a diversos fatores, incluindo os materiais crus usados, a fonte de fitase, a idade dos animais, conteúdo de cálcio na dieta, fósforo e vitamina D, e o nível de atividade de fitase presente nos ingredientes usados.

O armazenamento em temperatura elevada reduz em 5% a estabilidade da enzima, enquanto sua mistura com suplementos vitamínicos ou minerais reduz a estabilidade das fitases em 25% (PIZZOLANTE, 2000). De acordo com SIMONS et al. (1990), a estabilidade da enzima se mantém em 96% quando do condicionamento a 50°C e peletização a 78°C; porém, com elevação das temperaturas para 60 e 87°C, respectivamente, a estabilidade da enzima é reduzida aos 54%.

A habilidade de uma enzima de resistir a diferentes temperaturas pode ser aumentada com tecnologia de recobrimento, através de uma cobertura hidrofóbica colocada sobre a enzima, que a protege das condições adversas da peletização (WILSON e WARD, 2002). Apesar de protegerem a enzima das condições de peletização, esta cobertura libera lentamente a enzima no trato, o que pode levar a variações no desempenho animal (KLEIN HOLKENBORG e BRAUN, 2001). Outra alternativa para minimizar os efeitos causados pela temperatura é a obtenção de enzimas por técnicas de biologia molecular para que atinjam a termoestabilidade desejada e mantenham a atividade nas temperaturas corporais. Segundo IGSABAN (2000) fitases bacterianas apresentam maior estabilidade térmica e maior estabilidade à ação proteolítica em relação às fitases fúngicas.

O acesso das fitases exógenas aos cristais de fitina na célula da planta dependerá da resistência deste material à digestão que, por sua vez, dependerá da solubilização desse composto em ambiente ácido. É crítico que o fitato seja solubilizado principalmente em regiões ácidas como o estômago, pois algumas fitases possuem limitações para se manterem estáveis em ambiente gástrico e com isso ao chegar na região média do intestino delgado em uma forma mais reativa, o fitato quela minerais, especialmente o cálcio (TAMIM et al., 2004).

Tanto o nível de cálcio como o de fósforo na ração para frangos de corte influenciam a utilização do fósforo fítico (EDWARDS Jr. e VELTMANN, 1983; BALLAM et al., 1985). Aves consumindo rações com baixos níveis de fósforo e cálcio inorgânico possuem maior capacidade para hidrolisar o fitato que aquelas que receberam dietas com níveis altos (DENBOW et al., 1995). Isto provavelmente ocorre devido a maior quantidade de substrato

disponível para a enzima atuar, pois com a diminuição de fontes inorgânicas desses minerais, a inclusão de ingredientes de origem vegetal aumenta conseqüentemente.

QUIAN et al. (1997), em experimento com frangos de corte mostraram que a elevação do nível de cálcio de 0,56 a 1,02% nas rações suplementadas com fitase, reduziu linearmente o ganho de peso, afetou de forma quadrática a deposição de cinzas e reduziu a absorção de fósforo e cálcio. Também verificaram que a atividade da fitase foi reduzida linearmente à medida que se elevou o nível de cálcio da ração. Em contrapartida, TEIXEIRA (2000), trabalhando com rações à base de milho e soja para frangos de 22 a 42 dias, suplementadas com fitase, concluiu que a elevação dos níveis de cálcio não afeta o desempenho e que a digestibilidade da matéria seca e a retenção de nitrogênio são reduzidos com baixo nível de cálcio.

### **2.3. SUBPRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS**

Inicialmente as rações destinadas à alimentação de aves eram compostas basicamente por milho e baixa inclusão de farinhas de origem animal. Isto pode ser explicado pelo fato de que a demanda por proteína das aves daquela época eram menores em relação às aves criadas atualmente. Na década de 30, um frango era abatido com 1,5 kg aos 100 dias de idade enquanto hoje, aos 42 dias de idade as aves são abatidas com quase o dobro do peso.

Com a evolução no ganho de peso das aves houve necessidade de aumentar os níveis nutricionais das dietas, especialmente a proteína. A inclusão de farinhas de origem animal (FOA) foi intensificada a tal ponto que nas dietas avícolas tem sido incluída nas fórmulas em até 8% (ROSTAGNO, 2011). A FOA é um ingrediente relativamente barato para as agroindústrias visto que para cada tonelada de carne preparada para o consumo humano, cerca de 300 kg são descartados como produtos não comestíveis, e desses, aproximadamente 200 kg se transformam em farinha de carne (Lesson & Summers, 1997).

As farinhas de carne são ingredientes ricos em proteína bruta (PB), cálcio (Ca) e fósforo (P). Para NUNES et al. (2006), a utilização desse ingrediente nas rações desempenha um papel importante na reciclagem de nutrientes e na preservação do meio ambiente, quando consideramos o teor poluente dos subprodutos de abatedouros. Outro fator relevante do ponto de vista ambiental é que a formulação de ração com ingredientes exclusivamente vegetal pode agravar o problema de cama úmida em função da alta concentração do íon potássio ( $K^+$ ) no farelo de soja. Foi reportado por ROSTAGNO et al. (2002) que frangos alimentados com dietas vegetarianas a base de farelo de soja, com

maior teor de proteína bruta, levam ao maior consumo de água, o que pode causar aumento na umidade da cama e conseqüentemente aumentar a incidência de calos de pés e peitos nas aves além de aumentar a volatilização da amônia.

A utilização de farinhas de origem animal nas dietas permite reduzir ou substituir a fonte inorgânica de fósforo, que normalmente apresenta uma menor solubilidade do mineral que as fontes protéicas de origem animal (BUTOLO, 2002; SCHRÖDER, 2008), principalmente devido a menor concentração de fitato na ração final, causador da redução da digestibilidade da proteína e do aproveitamento da energia (NAHAM, 2007)

JUNQUEIRA et al. (1992) e SARTORELLI (1998) não encontraram alteração no desempenho de frangos de corte ao administrarem farinha de carne e ossos no período de 0 a 49 dias de idade. No mesmo sentido, Douglas & Parsons (1999), citado por CANCHERINI et al (2005) avaliaram o desempenho de frangos de 8 a 20 dias de idade, alimentados com dietas contendo 15% de farinha de galinha de descarte, concluíram que esta inclusão desse subproduto não afetou negativamente o desempenho das aves. Esses resultados justificam a utilização de produtos de origem animal em dietas de frangos de corte e são reforçados pelos dados apresentados na Tabela 1 (BURIM, 2004) que demonstram melhora no desempenho zootécnico das aves com a utilização desses subproduto. Já FARIA FILHO et al. (2002), avaliando os efeitos da utilização de farinha de carne e ossos sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte, observaram que sua inclusão em níveis de 3% e 6%, prejudicou o desempenho das aves nos períodos de 0 a 21 dias e de 21 a 49 dias de idade.

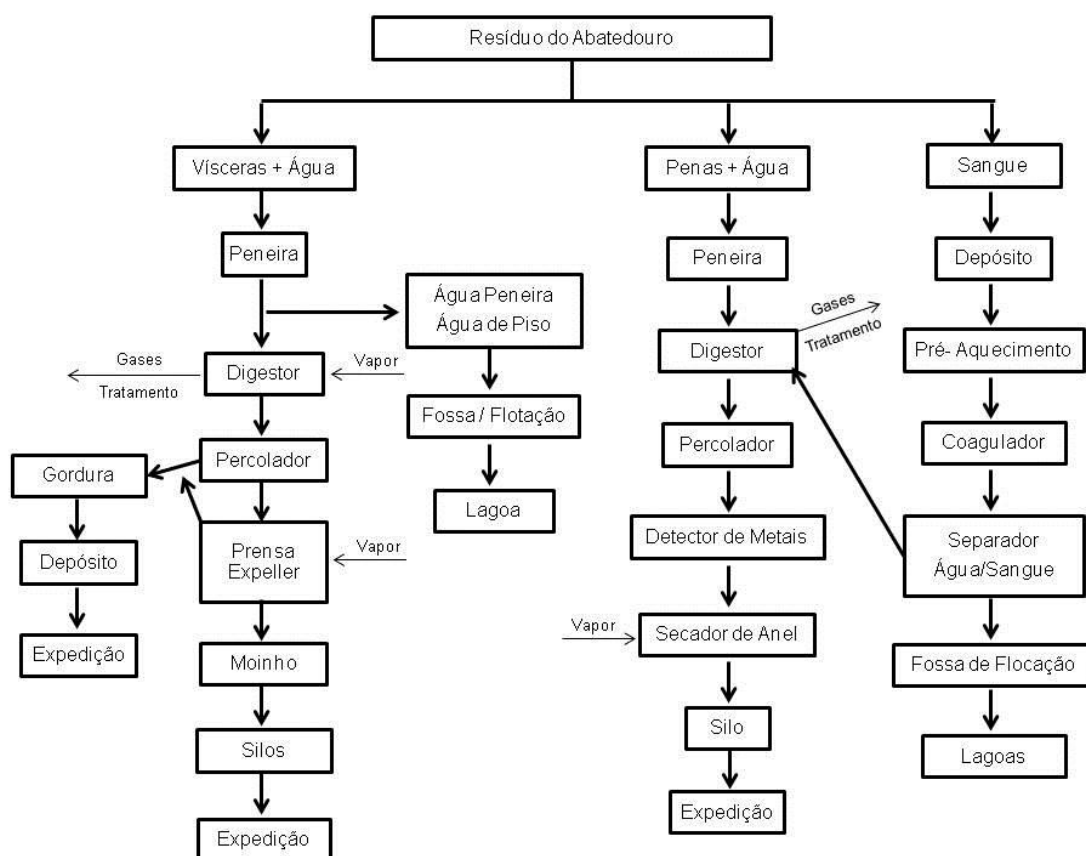
**Tabela 1:** Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo ou não ingredientes de origem animal.

<b>PARÂMETRO</b>	<b>ANIMAL</b>	<b>VEGETAL</b>
<b>Conversão Alimentar (g/g)</b>	1,814	1,885
<b>Ganho de Peso Diário (g)</b>	55,65	54,28
<b>Produtividade (IEP)</b>	292	276

FONTE: BURIN, 2004

Entretanto, a utilização de FOA nas rações depende principalmente do conhecimento de sua composição química e energética, visto que a qualidade desse subproduto depende da matéria-prima utilizada e do processamento empregado (Figura 3) (ROSTAGNO et al, 1995; ALBINO E SILVA, 1996 citado por NUNES et al, 2006). JOHNS et al. (1986), verificaram que o processamento com temperaturas de 150° C em farinha de

carne e ossos promoveu uma redução linear nos coeficientes de digestibilidade aparente dos aminoácidos para frangos de corte, quando o tratamento térmico passou de 0 h para 1,5 h, 3 h e 5 h nessa temperatura. Na mesma linha, WANG E PARSONS (1998) trabalhando com farinhas de carne e ossos concluíram que altas temperaturas no processamento reduz a digestibilidade dos aminoácidos para frangos de corte.



**Figura 3** – Fluxograma do processo básico de produção de farinhas animais (MAFFI, 1994 citado por BELLAVER, 2002)

As principais análises laboratoriais utilizadas para indicar a qualidade dos subprodutos de origem animal além da contagem bacteriológica, principalmente de Salmonella, são a determinação da composição bromatológica, acidez, digestibilidade em pepsina, índice de peróxidos e presença de poliaminas, sendo que o índice de peroxidação das gorduras desses produtos e a quantificação de poliaminas (aminas biogênicas) são análises que sem associá-las às demais não nos dizem muita coisa quanto a real qualidade dos produtos de origem animal, pois o índice de peróxidos é questionável por se tratar de uma análise pontual e poder ser realizada após o pico de formação de peróxidos,

no qual estes compostos passam a ser transformados secundários como cetonas e aldeídos (ROCHA, 2010).

Alguns autores consideram as aminas biogênicas como indicativo de má qualidade das farinhas por estas afetarem negativamente o desempenho dos frangos (MAZZUCO, 1997) e ser um dos fatores responsável pela síndrome de má absorção, caracterizada pela diminuição da eficiência alimentar e aumento do proventrículo (BARNES et al., 2001). Segundo SOUSADIAS e SMITH (1995), a espermina é considerada tóxica quando administrada no nível de 0,2%, havendo também tendência de piora no desempenho quando utilizada na concentração de 0,1% na dieta. SMITH et al. (1996), revelou que a espermidina, também é tóxica para frangos a partir de 0,4%. No entanto, os efeitos prejudiciais causados pela ingestão de aminas biogênicas estão associados ao peso molecular, carga catiônica bem como sua concentração na dieta (BELLAVAR e LIMA, 2004), pois MILES et al. (2000), avaliaram o efeito de oito aminas biogênicas (cadaverina, histamina, putrescina, espermidina, espermina, tiramina, triptamina e fenitilamina), usadas em várias concentrações (0 a 1500 ppm) em dietas de frangos e não encontraram efeito prejudicial no desempenho dos animais.

#### **2.4. CAMA DE AVES**

Cama aviária é o material distribuído no piso do aviário, com espessura variando de 10 a 15 centímetros de altura para servir de leito aos animais, a qual receberá as excretas, restos de ração, penas e descamações da pele das aves. A sua função é proporcionar conforto às aves, diminuindo o índice de lesões corporais nas áreas mais susceptíveis, como coxim plantar e peito. Além disso, o material utilizado como cama deve apresentar as seguintes características: ser altamente absorvente bem como ter capacidade de liberar rapidamente a umidade absorvida, ter baixa densidade, servir como isolante térmico, proteger da dureza do piso, ser de fácil aquisição, comercializável após o uso e ser livre de fungos e de material tóxico (LANCINI, 1986; NOLL, 1992; JORGE, 1997).

A cama de frango era utilizada na alimentação de ruminantes com o intuito de reduzir os custos de produção pois esta é uma fonte barata de nitrogênio protéico e não-protéico além de estar disponível durante o ano todo. No entanto, com a publicação da Instrução Normativa nº 8 de 25/03/2004 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) ficou proibida a utilização desse material na alimentação de ruminantes. Atualmente, uma saída para o aproveitamento da cama de frango é a sua reciclagem em sistemas de produção vegetal (SCHMIDT FILHO, 2006). Entretanto, sua composição

química é bastante variável (Tabela 2), devido ao grande número de fatores envolvidos, como os diferentes tipos de materiais utilizados, a quantidade de cama, densidade de aves, número de lotes criados sobre a mesma cama, tipo de dieta fornecida ao animal, manejo das aves e estação do ano (HERNANDES, 1997; LAURENTIZ, 2000, 2005). Além disso, alguns fatores como a sazonalidade da atividade agrícola, o tamanho das áreas agricultáveis e aptidão do solo impedem que a cama possa ser aplicada constante e indiscriminadamente.

**Tabela 2:** Concentração média de nitrogênio (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) e teor de matéria seca (MS) em camas com vários níveis de reutilização.

<b>Resíduo</b>	<b>N</b>	<b><math>P_2O_5</math></b>	<b><math>K_2O</math></b>	<b>MS</b>
<b>Cama 1 lote</b>	3,0	3,0	2,0	70
<b>Cama 3 lotes</b>	3,2	3,5	2,5	70
<b>Cama 6 lotes</b>	3,5	4,0	3,0	70

Giroto e Ávila (2003)

Com o desenvolvimento da exploração avícola na última década, principalmente no setor de frangos de corte, houve um aumento considerável na produção de cama aviária; no ano de 2009 o Brasil alojou 4,8 bilhões pintos de frango de corte (IBGE, 2011) e sabendo que cada ave produz em média 2,5 kg de cama de frango (baseado na matéria natural), estima-se que foram gerados cerca de 10 bilhões de toneladas de cama de frango. A associação desse aumento na produção avícola com a alta concentração da atividade em pequenas áreas devido à verticalização da produção e o mau uso desse resíduo como fertilizante, pode causar sérios danos ao meio ambiente, pois, ao mesmo tempo em que os principais componentes presentes na cama de frango fornecem nutrientes (nitrogênio e fósforo) para o crescimento das plantas, em excesso podem causar contaminação de águas subterrâneas e de superfície (EDWARDS e DANIEL, 1994; BLAKE, 1996).

A utilização de resíduos gerados pela produção animal na adubação do solo tem sido há anos uma prática agrícola mundial e desta forma são reciclados os nutrientes que voltam no sistema de produção de alimentos. Entretanto, para que a cama aviária seja utilizada como fertilizante sem poluir o ambiente, deve-se, em primeiro lugar realizar a quantificação e qualificação da mesma principalmente quanto aos teores de nitrogênio (N) e fósforo (P); e verificar a capacidade de suporte dos solos, frequência de aplicação e resposta a longo prazo. KINGERY et al. (1994) relataram alterações nas características

químicas do solo e impactos ambientais adversos numa região do Alabama com alta concentração de granjas de frangos de corte, onde a cama de frango era aplicada no solo. No mesmo sentido, SCHMIDT FILHO (2006) evidenciaram algumas alterações nas características químicas em alguns solos do Paraná e o excesso destes minerais pode ser lixiviado, diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido na água e alterando a qualidade da mesma.

Entre os principais componentes poluentes presentes nos dejetos avícolas estão o nitrogênio e o fósforo. O excesso de fósforo, assim como de nitrogênio e de outros nutrientes, favorecem o desenvolvimento desordenado de algas, sendo que a decomposição destas algas consome o oxigênio dissolvido na água (eutrofização). O fósforo em excesso fica acumulado no solo e só é dissolvido na água dos rios à medida que a capacidade de absorção de P pelas partículas do solo se torna saturada e com a ocorrência de chuvas este elemento é lixiviado. O problema do nitrogênio no solo é sua transformação em nitrato. Também foi verificada uma correlação positiva entre a concentração de nitrato e nitrito nos rios e o nível de aplicação de nitrogênio no solo (fertilizantes e dejetos) (LEE & COULTER, 1990).

Alguns manejos nutricionais das dietas dos frangos podem reduzir o impacto ambiental causado pela avicultura, pois o volume de excretas produzido está diretamente associado ao consumo e eficiência de utilização da ração, as quais podem ser aumentadas ou reduzidas de acordo com a influência do meio, como a época do ano (MOUCHREK, 1996) e da própria característica da dieta (LAURENTIZ, 2005). Formular as rações com níveis nutricionais mais próximos à demanda das aves, utilizando o conceito de proteína ideal associado a fontes de fósforo com melhor disponibilidade e a suplementação de enzimas exógenas que melhorem a digestibilidade são alternativas que podem reduzir a excreção de nutrientes na cama e conseqüentemente no ambiente. APPLGATE et al. (2004), ao realizarem um experimento com frangos de corte, reduzindo em 26 % o nível de fósforo disponível das rações verificaram uma redução média de 32 % nos teores de fósforo total da cama de frangos aos 49 dias de idade com base na matéria seca. A suplementação de fitase em rações de frangos de corte também reduziu a quantidade de fósforo excretado pelas aves (LELIS et al., 2007; DE FARIA & SAKAMOTO, 2008).

### **3. CONSIDERAÇÕES**

A utilização de fitases em dietas de frangos tem se mostrado um importante recurso nutricional, pois além de desativar um fator antinutricional como fitato, promover mudanças significativas na formulação de rações e proporcionar possíveis economias no setor avícola, pode também reduzir os problemas ambientais com relação as quantidades de nutrientes excretados no meio ambiente sem afetar o desempenho zootécnico dos animais.

Farinhas de origem animal em dietas avícolas também é uma forma de minimizar o impacto ambiental da atividade avícola, pois esse “resíduo” de abatedouro que poderia contaminar o ambiente é reciclado dentro da mesma atividade como fonte barata de proteína e minerais para os animais, além de substituir ingredientes vegetais ricos em fitato e reduzir a inclusão de fontes inorgânicas de fósforo.

Entretanto, é difícil entender como realmente o fitato e as enzimas exógenas atuam no animal por se tratar de um processo multifatorial no qual estão envolvidas muitas relações e interações complexas entre composição da dieta, características enzimáticas e o trato digestório das aves, sendo assim necessário estudos mais aprofundados tentando isolar cada uma dessas particularidades do processo.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPLEGATE, T.J.; JOERN, B.C.; NUSSBAUM-WAGLER, D.L.; et al. Water-soluble phosphorus in fresh broiler litter is dependent upon phosphorus concentration fed but not on fungal phytase supplementation. **Poultry Science**, v.82, p.1024-1029, 2004.

ASSADA, K.; KASAI, Z. Formation of myo-inositol and phytin in ripening rice grains. **Plant and Cell and Physiology**, v.3, n.1, p.28-45, 1962

BAKER, D.H. Bioavailability of minerals and vitamins. In: **Miller et al (Eds)** Swine nutrition. Butterworth-Heinemann. p. 341-359,1991

BALLAM, G.C.; NELSON,T.S.; KIRBY, L.K. Effect of different levels of calcium and phosphorus on phytate hydrolysis by chicks. **Nutrition Reports International**. v. 32, p. 909 – 913. 1985

BANKS, K.M.The effects of copper on the efficacy of phytase, growth, and phosphorus retention in broiler chicks. **Poultry Science**, v.83, p.1335-1341, 2004.

BARNES, DM; KIRBY, YK; OLIVER, KG. Effects of biogenic amnes on growth and incidence of proventricular lesions in broiler chickens. **Poultry Science**, v.80, p. 906-911, 2001.

BATAL, A.B.; PARR, T.M. and BAKER, D.H. Zinc bioavailability in tetrabasic zinc chloride and the dietary zinc requirement of Young chicks fed a soy concentrate diet. **Poultry Science**, v.80, p.87-90, 2001.

BEDFORD, M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition - their current value and future benefits. **Animal Feed Science and Technology**. V. 86, p.1-13. 2000.

BELLAVER, C. Uso de resíduos de origem animal na alimentação de frangos de corte. **Anais. IIISimpósio Brasil Sul de Avicultura**. 2002

BELLAVER, C; LIMA, JM. Pontos críticos para a utilização de proteínas e de gorduras de origem animal. In: I Simpósio sobre Manejo e Nutrição Animal, Campinas, SP, Brasil. **Anais...** p. 1-15, 2004.

BLAKE, J.P. Dejetos da indústria avícola: o que deve ser feito para preservar o meio ambiente In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Anais.** 1996

BOGAR, B.; SZAKACS, G.; PANDEY, A.; ABDULHAMEED, S.; LINDEN, J. C.; TENGARDY, R. P. Production of Phytase by *Mucor racemosus* in Solid-State Fermentation. **Biotechnology Prog.**v.19, 312–319,2003

BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal.** Campinas, CBNA, 2002. 430p.

CANCHERINI, L.C.; JUNQUEIRA, O.M.; OLIVEIRA, M.C.DE; ANDREOTTI, M.O.; BARBOSA, M.J.B. Utilização de subprodutos de origem animal em dietas formuladas com base em proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.34, n.2, p. 529-534, 2005

CHERYAN, M. Phytic acid interactions in foods systems. **Food Science and Nutrition,** v.13, p.297-335, 1980.

COSTA, F.G.P. Efeito da adição do fósforo disponível em dietas suplementadas com fitase sobre o desempenho de poedeiras de ovos marrons. **Revista Brasileira de Ciência Avícola,** Areia Branca PB, Suplem. 5, p.63, 2003.

COWIESON, A.J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M.R. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. **British Poultry Science,** 45:101, 2004.

COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H. Influence of dietary phytic acid and source of microbial phytase on ileal endogenous amino acid flows in broiler chickens. **Poultry Science,** 87:2287-2299, 2008.

COWIESON, A.J.; BEDFORD, M.R.; SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Phytate and microbial phytase: implications for endogenous nitrogen losses and nutrient availability. **World's Poultry Science Journal**, vol. 65, p 401-418, 2009.

CÚNEO, F.; AMAYA-FARFAN, J.; CARRARO, F. Distribuição dos fitatos em farelo de arroz estabilizado e tratado com fitase exógena. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, p. 94-98, 2000.

DARI, L.R. Utilização da fitase na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1., 2004, SP. **Anais...**Santos, SP: FACTA. p. 127-143. 2004

DE FARIA, D.E.; SAKAMOTO, M.I. Estratégias nutricionais para reduzir a excreção de nutrientes em frangos de corte. In: V SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS. **Anais...** Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2008. p.81-88. 2008

DENBOW, D.M.; RAVINDRAN, V.; KORNEGAY, E.T.; YI, Z.; HULLET, R.M. Improving phosphorus availability in soybean meal for broilers by supplemental phytase. **Poultry Science**. v. 74. p. 1831 – 1842. 1995

DESHPANDE, S.S E CHERYAN, M. Effects of phytic acid, divalent cations, and their interaction on  $\alpha$ -amilase activity. **Journal of food science**, v.49, p. 516-524. 1984

EDWARDS, D.R.; DANIEL, T.C. Quality of runoff from fescuegrass plots treated with poultry litter and inorganic fertilizer. **Journal of Environmental Quality**, v.23, p.579-84, 1994.

EDWARDS, H.M., VELTMAN, J.R. 1983. The role of calcium and phosphorus in the etiology of tibial dyschondroplasia in young chicks. **Journal of Animal Nutrition**, v.13, n.8, p.1568-1575, 1983.

ENGELEN, A.J.; VAN DER HEEFT, F.C.; RANDSDORP, P.H.G.; et al. Simple and rapid determination of phytase activity. **Journal AOAC International**. v.77, 760-764. 1994

FARIA FILHO, D.E.; FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M.; RIZZO, M.F.; ARAÚJO, L.F.; ARAÚJO,C.S.S. Avaliação da farinha de carne e ossos na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola.** v.4, p. 1-9, 2002

FENNEMA, O. **Química de los alimentos.** ed. 2 Zaragoza: *Acribia*,1993

FERKET, P.R. Pratical use of feed enzymes for turkeys and broilers. **Journal Applied of Poultry Research**, v.2, p.75-81, 1993.

FERNANDES, E.A. Avaliação da adição de enzima fitase em dietas de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola.**2002

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

FISCHER, G. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.402-410, 2002.

GIROTTO, A. F. ; ÁVILA, V. S. Cama de aviário: análise econômica de materiais alternativos. **Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico.** 2003

GRAF, E. Applications of phytic acid. **Journal of the American Oil Chemist's Society**, v.60, p.1861-1867, 1983.

GREINER, R.; ALMINGER, M.L.; CARLSSON, N.G. Stereospecificity of myo-inositol hexakisphosphate dephosphorylation by a phytate-degrading enzyme of baker's yeast. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 49: 2228-2233. 2001

GREINER, R., CARLSSON, N.G. & ALMINGER, M.L. Stereospecificity of myo-inositol hexakisphosphate dephosphorylation by a phytate-degrading enzyme of *Escherichia coli*. **Journal of Biotechnology.** p. 53-62, 2000

HENANDES, R. Estudo de fração nitrogenada, glicídica e de amônia liberada pela cama aviária submetida a diferentes densidades populacionais. Jaboticabal, 98p. **Trabalho de graduação em Zootecnia**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. 1997.

IBGE . Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Consultado em 21 de janeiro de 2011.

IGBASAN, F.A.; MANNER, K.; MIKSCH, G.; BORRISS, R.; FAROUK, A. SIMON, O. Comparative studies on the in vitro properties of phytases from various microbial origins. **Arch Tierernahr**, v.53, p. 353-373,2000

Johns, D.C., Low, C.K. e James, K.A.C. Comparison of amino acid digestibility using ileal digesta from growing chickens and canulated adult cockerels. **British Poultry Science**. 27:679-685. 1986.

JORGE, M. Cama de frango e sanidade avícola In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas. **Livro texto...** Campinas: FACTA, 1997.p.24-37. 1997.

JUNQUEIRA OM, KNOOP R, SAKOMURA NK, FARIA DE. Farinha de carne e ossos e fosfato bicálcico como fonte de fósforo para frangos de corte. **Ciência Zootécnica** 7:12-14. 1992

Kingery, W.L.; Wood, C.W.; Delaney, D.P.; Williams, J.C.; Mullins, G.L. Impact of long-term land application of broiler litter on environmentally related soil properties. **Journal Environmental Quality**. 23: 139-147. 1994

KLEIN OLKENBORG, A.B.M.; BRAUN, J. Effect of a hydrophobic coating on phytase granulates on pelleting stability and bio-efficacy in broilers. 13th European Symposium on Poultry Nutrition **Anais...** 2001

LANCINI, J.B. Aspecto gerais sobre a intoxicação e contaminação através da cama aviária. **Avicultura Industrial**, v.76, n.923, p.32-34, 1986.

LAURENTIZ, A.C. Efeito da temperatura ambiente, probiótico e altura de cama no desempenho de frangos e características de cama aviária. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

LAURENTIZ, A.C. Manejo nutricional das dietas de frangos de corte na tentativa de reduzir a excreção de alguns minerais de importância ambiental. **Tese** (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

LEE, J.; COULTER, B. A macro view of animal manure production in the European Community and implications for environment. In: Manure and environment. **Anais**. 1990

LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; BORSATTO, C.G. et al. Efeito da suplementação de fitase no metabolismo dos nutrientes em rações de frangos de corte. In: CONFERENCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, 2007, Santos. **Anais...** Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2007

LESSON S, SUMMERS DJ. Commercial poultry nutrition. 2 ed. Guelph, Ontario. **Canada: University Books**; 350p.1997.

MAENZ, D.D.; CLASSEN, H.L. Phytase activity in the small intestine brush border membrane of the chicken. **Poultry Science**. v. 77. p. 557-563. 1998

MAENZ, DD; IRISH, GG; CLASSEN, HL. Carbohydrate-binding and agglutinating lectins in raw and processed soybean meals. **Animal feed Science and Technology**, v.76, n.3, p. 335-343, 1999.

MAZZUCO, H. Impacto das aminas biogênicas na produção avícola. **Instrução técnica para o avicultor, Embrapa Suínos e Aves**. 1997.

MENG, X; SLOMINSKI, B.A.; NYACHOTI, C.M.; CAMPBELL, L.D.; GUENTER, E W. Degradation of cell wall polysaccharides by combination of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. **Poultry Science**, v.84, p. 37-47, 2005

MILES, R. D., WILSON, H. R. et al. Biogenic amines: I. Influence of feeding various dietary concentrations of eight biogenic amines individually or in combination to broilers. **Poultry Science**.79(suppl.):125. 2000.

MOUCHREK, E. Manejo de cama: materiais alternativos. In: CURSO MANEJO DE FRANGOS DE CORTE, Campinas, 1996. **Livro texto...** Campinas: FACTA, 1996. p. 47-67.

NAHM, K.H. Efficient phosphorus utilization in poultry feeding to lessen the environmental impact of excreta. **World's Poultry Science Journal**, v.63, p.625-645, 2007.

NASI, J.M.; HELANDER, E.H.; PARTENEN K.H. Availability for growing pigs of mineral and protein of a high phytate barley-rapeseed meal diet with aspergillus-niger phytase or soaked with whey. **Animal Feed Science and Technology**, v.56, n.1, p.83-98. 1995.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger principles of biochemistry**. New York:Worth Publisher. 1152p. 1968

NOLL, S.L. Interacciones ente el manejo de la cama y la salud de la parvada. **Avicultura Profesional**, v.10, p.42-43, 1992

NUNES, R.V.; ROSTAGNO,H.S.; GOMES, P.C.; NUNES,C.G.V.; ALBINO, L.F.T.; et al.Valores energéticos de diferentes alimentos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.4, p.1752-1757, 2006

NUNES, V.N. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados aa alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, Campinas , SP. **Anais...** Universidade Federal de Viçosa, 2001. p.235-266. 2001

OBERLEAS, D. Phytates. In: Toxicants Occurring Naturally in Foods. **National Academy of Sciences**, Washington, D.C. p 363. 1973.

ONYANGO, E.M.; BEDFORD, M.R.; ADEOLA,O. Phytase activity along the digestive tract of the broiler chick: A comparative study of an *Eschechichia coli*-derived and *Peniophora lycii* phytase. **Canadian Journal of Animal Science**. p.61 – 68. 2004

PALLAUF, J.; RIMBACH, G. Recent results on phytic acid and phytase. In: Proceedings of FORUM ANIMAL NUTRITION, **Anais**, BASF, 1995

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.8 p.265-272, 2005.

PERSSON, H.; TÜRK, M.; NYMAM, M.; et al. Binding of Cu, Zn, and Cd to inositol Tri-, Tetra-, Penta-, and hexaphosphates. **Journal of Agricult Food Chemistry**, v.46, p.3194-3200, 1998.

PIZZOLANTE, C.C. Estabilidade da fitase e sua utilização na alimentação de frangos de corte. 117p. **Tese de Doutorado em Nutrição de Monogástricos**. UFLA – Lavras. 2000.

QIAN, H.; KORNEGAY, E.T.; DENBOW, D.M. utilization of phytase phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium:total phosphorus ratio in broiler diets. **Poultry Science**, v.76, p.37-46, 1997.

QUIRRENBACH, H.R., KANUMFRE, F., ROSSO, N.D., CARVALHO FILHO, M.A. Comportamento do ácido fítico na presença de Fe(II) e Fe (III). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v29. p. 24-32, 2009

RAVINDRAN, V. et al. Occurrence of phytic acid in plant feed ingredients. In :Coelho M.B., Kornegay, E.T.(Eds). Phytase in animal nutrition and waste management. New Jersey: BASF Corporation, p. 85-92, 1996

RAVINDRAN, V. et al. Total and phytate phosphorus contents of various foods and feedstuffs of plant origin. **Food Chemistry**, v.50, p. 133-136, 1994

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

REDDY, N.R., SATHE, S.K., SALUNKHE, D.K. Phytates in legumes and cereals. **Advances in Food Research**, v.28, p.1-92, 1982

ROCHA, C. Qualidade do óleo de soja e adição de vitamina E na dieta de perus. **Dissertação** (Mestrado em produção animal). Universidade Federal do Paraná- Curitiba – Paraná, 2010.

ROSTAGNO, H.S. et al. Dietas vegetais para frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 3., 2002, Chapecó. **Anais...** Concórdia : Embrapa Suínos e Aves, 2002. p.41-47

ROSTAGNO, H.S.; PUPA, J.M.R.; PACK, M. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acid. **Journal of Applied Poultry Research**, v.4, p.293-9, 1995.

ROSTAGNO, H.S. Composição de alimentos e exigências nutricionais. (**Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**). Viçosa: UFV, 2005. 114p.

ROSTAGNO, H.S. Composição de alimentos e exigências nutricionais. (**Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**). Viçosa: UFV, 2011. 252p

ROUSSOS, S.; LONSANE, B.; RAIMBAULT, M. Advances in solid state fermentation. Boston: **Kluwer Academic Publishers**. 1997

SANDBERG, A.S., CARLSSON, N.G., SVANBERG, U. Effects of inositol tri-, tetra-, penta-, and hexaphosphates on in vitro estimation of iron availability. **Journal of Food Science**, v.54, n.1, p.159-161, 186, 1989.

SANTOS, F.R. Efeito da suplementação com fitase em dietas de frangos de corte sobre a digestibilidade de nutrientes. **Rev. Brasileira de ciência Avícola** (supl.7), 2005.

SARTORELLI SAA. Uso de farinha de carne e ossos em rações para frangos de corte. (**Dissertação**). Lavras (MG): Universidade Federal de lavras, 1998

SCHMIDT FILHO, E. Influência da aplicação de dejetos de suínos integrada a produção vegetal sobre o comportamento de fósforo em quatro solos do Paraná. **Tese** (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SCHRÖDER, B. Reducing emission for poultry units. Feed Mix, **The International Journal on Feed, nutrition and technology**. V.15, n.4, 15-17, 2008.

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.; RAVINDRAN, V. BRYDEN, W.L.; SCOTT, T.A. Influence of dietary phytate and exogenous phytase on amino acid digestibility in Poultry: A review. **Journal of Poultry Science**, 43:89, 2006.

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

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

SILVA, A.R.Z.; SOCCOL, C.R.; GERN, J.C.; FERRER, P.P. Produção de Fitase por Fermentação no Estado Sólido utilizando Biorresíduos Agrícolas para a Aplicação como Aditivo na Alimentação Animal. In: [www.eng.ufsc.br/eventos/sinaferm/trabalhos\\_completos/t338.doc](http://www.eng.ufsc.br/eventos/sinaferm/trabalhos_completos/t338.doc), acessado em 04 de dezembro de 2010.

SILVA, L.G.; TRUGO, L.C. Characterization of fitase activity in lupin seed. **Journal of Food Biochemistry**, v.20, p. 329-340, 1996

SILVA, Y.L. Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes. 2004. 201f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SIMONS, P.C.M. et al. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pig. **British Journal of Nutrition**, v.64, p.525-540, 1990.

SMITH, T. K.; MOGRIDGE, J. A. et al. Growth promoting potential and toxicity of spermidine, a polyamine and biogenic amine found in foods and feedstuffs. **Journal Agriculture Food Chemistry**. V.44:518–521.1996

SOUSADIAS, M. G. e T. K. SMITH. Toxicity and growth-promoting potential of spermine when fed to chicks. **Journal Animal Science**. 73:2375–2381. 1995.

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

TEIXEIRA, A.S. Desempenho e retenção de nitrogênio de frangos de corte dos 22 aos 42 dias alimentados com rações com diferentes níveis de cálcio e suplementados com fitase. **Revista Ciência Agrotecnica**, Lavras, v.27, n.1, p.192-198, 2000.

TEJEDOR, A.A. Efeito da adição da enzima fitase em dietas de frangos de corte sobre o desempenho e digestibilidade ileal de nutrientes (1). In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 37. **Anais...** Viçosa-MG, 2000.

TEJEDOR, A.A., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., VIEITES, F.M. 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.

VATS, P.; BANERJEE, U. C.; Production studies and catalytic properties of phytases (*myo*-inositolhexakisphosphate phosphohydrolases): an overview. **Enzyme and Microbial Technology**. v. 35, p. 3-14. 2004

WANG X, PARSONS CM. Effect of raw material source, processing systems, and processing temperatures on amino acid digestibility of meat and bone meals. **Poultry Science**. v.77:834-841. 1998

WARD, N.E.; CAMPBELL, D.R. Phytase assessment requires understanding. **Feedstuffs**. v.79. 2007

WODZINSKI, R.J.; ULLAH, A.H.J. Phytase. **Adv. Applied Microbiology**. v. 42, p. 263 – 303. 1996

## **CAPÍTULO II – DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DA CAMA PRODUZIDA POR FRANGOS ALIMENTADOS COM DIETAS COMERCIAIS SUPLEMENTADAS COM FITASE**

### **RESUMO:**

A utilização de fitase exógena, fosfatos inorgânicos e/ou subprodutos de origem animal são alternativas para atingir o nível dietético demandado pelas aves, o qual não é suprido pelas rações baseadas em milho e farelo de soja, pois estas apresentam cerca de 70% do fósforo na forma de fitato. Quando o fitato não é hidrolisado pela ave e é excretado no ambiente o fósforo presente na molécula pode contribuir para o impacto ambiental gerado pela avicultura. Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar a inclusão da enzima fitase em dietas para frangos de corte contendo ou não ingredientes de origem animal sobre o desempenho das aves e características da cama aviária produzida no período de criação. Utilizou-se 1.056 frangos de corte machos, distribuídos num delineamento experimental totalmente casualizado composto por 6 tratamentos com 8 repetições de 22 aves. As dietas dos tratamentos 1, 2 e 3 foram compostas exclusivamente por ingredientes de origem vegetal e nas demais dietas foi incluído farinha de carne e ossos. Os tratamentos 2, 3, 5 e 6 tiveram os níveis nutricionais das dietas reduzidos (fósforo disponível, cálcio, lisina digestível e energia metabolizável). Houve inclusão de 6-fitase fúngica nos tratamentos 3 e 6. Avaliou-se o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, produção de excretas e o coeficientes de resíduo gerado pelas aves, bem como a composição química da cama aviária. O desempenho zootécnico foi influenciado pela adição de farinha de carne e ossos, fitase e redução nutricional ( $p>0,05$ ). Houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) para o coeficiente de resíduo, matéria seca, nitrogênio e o fósforo presente na cama aviária aos 42 dias. Produção de excretas e concentração de amônia não foram influenciadas pelos tratamentos empregados nesse estudo ( $p<0,05$ ). O uso de fitase permite reduzir os níveis nutricionais assegurando um bom desempenho zootécnico, reduz a umidade e a excreção de fósforo na cama além da enzima interagir positivamente com diferentes produtos utilizados na formulação de ração.

**Palavras-chave:** amônia, dejetos, enzima, farinha de carne, fitato, fósforo

## PERFORMANCE AND CHARACTERISTICS OF LITTER PRODUCED BY TRADE BROILERS FED DIETS SUPPLEMENTED WITH PHYTASE

### ABSTRACT:

The use of exogenous phytase, inorganic phosphate and / or animal by-products are alternatives to achieve the dietary level demanded by the birds, which is not supplied by diets based on corn and soybean meal, as they have about 70% of the phosphorus in the form of phytate. When phytate is not hydrolyzed by the bird and is excreted into the environment the phosphorus present in the molecule may contribute to the environmental impact generated by the poultry industry. Thus, this study aimed to evaluate the inclusion of phytase enzyme in broiler diets with or without animal ingredients on the broiler performance and poultry manure produced in the period of creation. We used 1056 male broilers, distributed in a completely randomized experimental design consisting of six treatments with eight replications of 22 birds. Diets of treatments 1, 2 and 3 were composed exclusively of plant ingredients and other diets was included meat bone meal. Treatments 2, 3, 5 and 6 had the diets of low nutrient levels (available phosphorus, calcium, lysine and metabolizable energy). There was the inclusion of fungal 6-phytase in treatments 3 and 6. We evaluated the feed intake, weight gain and feed conversion, production of excreta and residue coefficient produced by birds and the chemical composition of poultry litter. The live performance was influenced by the addition of meat and bone meal, phytase and reduced nutritional status ( $p > 0.05$ ). There were significant differences ( $p > 0.05$ ) for the coefficient of residue dry matter, nitrogen and phosphorus in the litter at 42 days. Excreta production and ammonia were not influenced by the treatments used in this study ( $p < 0.05$ ). The use of phytase reduces nutritional levels ensuring a good live performance, reduces humidity and phosphorus excretion in the poultry litter in addition to positively interact with different enzyme products used in feed formulation

**Keywords:** ammonia, manure, enzyme, meat meal, phytate, phosphorus

## 1. INTRODUÇÃO

A redução dos custos de produção na avicultura pode ser alcançada quando os animais maximizam o aproveitamento dos nutrientes da dieta. O fósforo é apontado como o terceiro componente mais oneroso na ração para frangos de corte, superado apenas pela energia e a proteína. Isso ocorre devido a demanda nutricional das aves pelo fósforo não ser suprida pelas rações baseadas em milho e farelo de soja, sendo necessária a inclusão de fosfatos inorgânicos e/ou subprodutos de origem animal, ingredientes estes que além de serem ricos em fósforo, quando utilizados na formulação das rações reduzem o custo das dietas. Aproximadamente 70% do fósforo (P) contido nos grãos dos cereais estão na forma de fitato (inositol hexafosfato), uma forma química de baixa disponibilidade biológica para aves que, além de tornar o fósforo indisponível, complexa-se com outros minerais como o cálcio (Ca) e ao grupo amina de alguns aminoácidos, interferindo na sua absorção (FERKET, 1993), inibindo a atividade de enzimas digestivas, e como consequência aumenta a excreção de minerais e nitrogênio (COWIESON et al., 2004; SELLE et al., 2006; COWIESON et al., 2008).

Atualmente existe uma intensa busca pela diminuição do impacto ambiental da avicultura industrial por meio da redução no volume de dejetos produzidos e da excreção de substâncias potencialmente poluentes como o nitrogênio, o fósforo e os microminerais. Em 2009, o Brasil alojou 4,8 bilhões de frangos de corte (IBGE, 2011), assim considerando que cada ave produz em média 2,5 kg de cama de frango (baseado na matéria natural), estima-se que foram gerados cerca de 10 bilhões de toneladas de cama de frango.

Uma saída para o aproveitamento da cama de frango é a sua reciclagem em sistemas de produção vegetal (SCHMIDT FILHO, 2006). Entretanto, sua composição química é bastante variável, devido ao grande número de fatores envolvidos como os diferentes tipos de materiais utilizados, a quantidade de cama por área de galpão, densidade de aves, número de lotes criados sobre a mesma cama e estação do ano (HERNANDES, 1997; LAURENTIZ, 2000, 2005). Além disso, alguns fatores como a sazonalidade da atividade agrícola, o tamanho das áreas agricultáveis e aptidão do solo impedem que a cama possa ser aplicada constante e indiscriminadamente. A aplicação da cama aviária sobre o solo pode ser favorável à agricultura, mas também pode se tornar um potente poluidor ambiental, pois ao mesmo tempo em que os principais componentes presentes na cama de frango fornecem nutrientes (nitrogênio e fósforo) para o crescimento das plantas, em excesso podem causar contaminação de águas subterrâneas e de superfície (EDWARDS e DANIEL, 1994; BLAKE, 1996).

Além de ser responsável pela quebra da ligação do ácido fítico tornando o fósforo disponível, as fitases também têm sido utilizadas nas rações de frangos com o objetivo de aumentar a disponibilidade e digestibilidade dos nutrientes nas rações e diminuir o custo e a necessidade de suplementação de fósforo na dieta refletindo numa menor poluição ambiental devido a redução nutricional das dietas. Nesse contexto, o presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito da enzima fitase em dietas para frangos de corte com menor concentração de fitato sobre o desempenho das aves e características da cama aviária produzida no período de criação.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizados 1.056 frangos de corte machos, híbridos comerciais Cobb®500 , criados de um a 42 dias de idade. As aves foram alojadas em 48 parcelas experimentais com dimensão de 1,5m x 1,5m, com lotação de 22 animais por unidade experimental, numa densidade de 9,7 animais/m<sup>2</sup>. Cada boxe foi equipado com comedouros tubulares e bebedouros pendulares automáticos. A cama utilizada foi de maravalha nova, na quantidade de 0,5 kg de matéria seca/ave alojada, segundo a recomendação de SANTOS (1997). A temperatura e a luminosidade do galpão foram controladas 24 horas/dia pelo uso de campânulas com lâmpadas incandescentes até os 14 dias de idade, após esse período foi utilizada temperatura ambiente e iluminação natural.

Foram utilizados três programas de alimentação: inicial (1–21 dias de idade), crescimento (22–35 dias de idade) e terminação (36–42 dias de idade). O experimento foi composto por seis tratamentos (Tabela 1) com oito repetições de 22 aves, sendo as dietas dos tratamentos 1, 2 e 3 compostas exclusivamente por ingredientes de origem vegetal e as demais dietas com inclusão de ingredientes de origem animal (farinha de carne e ossos). Os tratamentos 2, 3, 5 e 6 tiveram os níveis nutricionais das dietas ajustados, com níveis dietéticos de fósforo disponível, cálcio, lisina digestível e energia metabolizável das rações reduzidos em 0,13%, 0,1%, 0,01% e 45 kcal/kg, respectivamente. Houve inclusão de uma enzima 6-fitase de origem fúngica ® (750 FYT/kg de ração) nos tratamentos 3 e 6 (Quadros 1, 2 e 3).

**Tabela 1 – Tratamentos experimentais**

Tratamentos		Dietas Experimentais
VEGETAL	T1	Níveis Normais
	T2	Níveis Reduzidos (Pd, Ca, EM e Ld) <sup>a</sup>
	T3	Níveis Reduzidos + Fitase <sup>b</sup>
ANIMAL	T4	Níveis Normais
	T5	Níveis Reduzidos (Pd, Ca, EM e Ld) <sup>a</sup>
	T6	Níveis Reduzidos + Fitase <sup>b</sup>

Pd: fósforo digestível; Ca: cálcio; EM: energia metabolizável; Lt: lisina total

a: Reduções de 0,13% de fósforo disponível, 0,1% de cálcio, 0,01% de lisina digest. e 45 kcal/kg de energia metabolizável das rações

b: Inclusão enzimática de 750 FYT/kg de ração

Para avaliar o desempenho zootécnico, no alojamento, no 21º, 35º e 42º dia de idade das aves foram realizadas pesagens dos animais e da sobra de ração para cálculo do consumo de ração, ganho de peso e o índice de conversão alimentar dos frangos.

No início da fase experimental, toda a maravalha foi pesada antes de ser colocada nas unidades experimentais, as quais tiveram o piso totalmente revestido por uma lona plástica para evitar contaminação da cama entre as parcelas. A mesma foi amostrada e submetida à análise de matéria seca (MS), nitrogênio (N), cálcio (Ca), fósforo (P). Aos 42 dias, toda a cama aviária foi novamente pesada e por diferença calculada a quantidade total de excretas produzidas. O coeficiente de resíduo foi determinado pela relação entre a quantidade total de cama produzida (kg de matéria seca) e a quantidade total de peso vivo produzido (kg). No mesmo dia, toda a cama foi homogeneizada e foram coletadas amostras em cinco locais diferentes dentro de cada unidade experimental para determinação da MS, N, Ca, P da cama aviária (AOAC,1995). Após coletadas, as amostras de cama foram imediatamente acondicionadas em freezer -18°C para evitar a volatilização de amônia.

A produção de amônia na cama foi estimada segundo a metodologia de HERNANDES (1997), na qual 100 g da cama aviária são incubadas em um recipiente hermeticamente fechado. Em seu interior foi colocado um béquer com uma solução fixadora de ácido bórico 2% e indicadores, os quais são incubados por 16 horas a temperatura ambiente (25°C). A solução fixadora de amônia foi titulada com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) a 0,05N.

Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

**Quadro 1** – Composição calculada da dieta inicial para frangos de 1 a 21 dias de idade.

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
<b>INGREDIENTES (kg/ton)</b>						
Milho	564	596	596	591	618	618
Farelo de soja 46% PB	374	361	361	328	319	319
Farinha de carne e ossos	-	-	-	40	40	40
Óleo de soja	21,10	7,70	7,70	12,8	-	-
Calcáreo calcítico	11,70	13,40	13,40	7,60	9,20	9,20
Fosfato bicálcico	16,80	10,00	10,00	6,90	0,10	0,10
Sal comum	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60
DL-Metionina	2,62	2,48	2,48	2,80	2,63	2,63
L-Lisina (HCl)	1,22	1,47	1,47	1,79	1,92	1,92
Treonina	0,18	0,01	0,01	0,46	0,23	0,23
Premix mineral vitamínico	4	4	4	4	4	4
Enzima Fitase	-		0,2			0,2
Caulin		0,2			0,2	
<b>Níveis Nutricionais</b>						
EM kcal/kg	3050	3005	3005	3050	3005	3005
PB (%)	22.00	21.64	21.64	22.00	21.64	21.64
Ca (%)	0,95	0,85	0,85	0,95	0,85	0,85
P total (%)	0,74	0,60	0,60	0,72	0,58	0,58
P Avail (%)	0,45	0,32	0,32	0,45	0,32	0,32
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Dig. Lisina (%)	1,17	1,16	1,16	1,17	1,16	1,16
Dig. Arginina (%)	1,34	1,31	1,31	1,21	1,19	1,19
Dig. Triptofano (%)	0,23	0,23	0,23	0,22	0,21	0,21
Dig. Treonina (%)	0,78	0,75	0,75	0,78	0,75	0,75



**Quadro 3** – Composição calculada da dieta de terminação para frangos de 36 a 42 dias de idade

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
<b>INGREDIENTES (kg/Ton)</b>						
Milho	656	687	687	682	699	695
Farelo de soja 46% PB	274	260	260	229	239	247
Farinha de carne e ossos	-	-	-	40	19	11,8
Óleo de soja	38	24,5	24,5	29,7	20,9	20,1
Calcário calcítico	12,7	14,4	14,4	8,5	11,4	13,2
Fosfato bicálcico	9,7	2,9	2,9	-	-	-
Sal comum	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
DL-Metionina	1,75	1,60	1,60	1,90	1,7	1,7
L-Lisina (HCl)	0,08	0,34	0,34	0,64	0,59	0,50
Treonina	-	-	-	0,24	-	-
Premix mineral vitamínico	4	4	4	4	4	4
Enzima Fitase			0,2			0,2
Caulin		0,2			0,2	
<b>Níveis Nutricionais</b>						
EM kcal/kg	3250	3205	3205	3250	3205	3205
PB (%)	18	17,64	17,64	18	17,64	17,64
Ca (%)	0,80	0,70	0,70	0,80	0,70	0,70
P Total (%)	0,55	0,41	0,41	0,53	0,45	0,45
P Avail (%)	0,30	0,17	0,17	0,30	0,17	0,17
Dig. Lisina (%)	0,85	0,84	0,84	0,85	0,84	0,84
Dig Arginina (%)	1,07	1,03	1,03	0,94	1,0	1,0
Dig. Triptofano (%)	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17
Dig. Treonina (%)	0,62	0,62	0,62	0,62	0,60	0,60
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho zootécnico estão apresentados na Tabela 2. Observou-se diferença ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos para o consumo de ração na fase inicial e no período total de criação (42 dias de idade). Aos 21 e 42 dias, a inclusão da enzima na ração contendo ingrediente de origem animal estimulou o seu consumo, fazendo com que a ingestão da dieta com níveis nutricionais reduzidos (T6) fosse semelhante ao consumo da ração sem alteração nutricional (T4). A inclusão de fitase não influenciou o consumo pelas aves quando as rações foram exclusivamente vegetais (T1 a T3).

A redução dos níveis nutricionais das dietas contendo farinha de carne e ossos deprimiu ( $p < 0,05$ ) o consumo de ração pelas aves no período de 1 aos 42 dias de idade. Já nos tratamentos exclusivamente vegetais, o consumo não diferiu estatisticamente ( $p > 0,05$ ), porém, independente dos ingredientes empregados na formulação, os tratamentos com redução nutricional (T2 e T5) tiveram consumo de ração reduzido em aproximadamente 300g. Isso afetou diretamente o ganho de peso das aves, pois as aves que receberam dietas contendo níveis nutricionais reduzidos sem a suplementação de fitase apresentaram ganho de peso menor em todos os períodos avaliados, provavelmente devido à menor ingestão de fósforo presente em grande parte na forma de fitato. O consumo de ração pode ser diretamente influenciado pela concentração de fósforo disponível (VIVEIROS et al., 2002; YAN et al., 2003; APPLGATE et al., 2004) e pela inclusão de fitase em dietas vegetais (LAURENTIZ, 2005; ASSUENA et al, 2009). RUNHO et al. (2001) verificaram que níveis inferiores a 0,35 e 0,24% de Pd, para as fases iniciais e crescimento, respectivamente, reduzem ingestão de alimento. Estes autores trabalharam com níveis de Pd inferiores aos níveis empregados neste trabalho, o que talvez seja a causa da discrepância entre os resultados observados neste estudo e o trabalho citado. Quando houve adição da enzima, a redução nutricional não comprometeu o ganho de peso das aves, inclusive nos tratamentos que receberam rações formuladas com farinha de origem animal, indicando uma maior disponibilidade dos nutrientes proporcionada pela adição da fitase. A utilização de subprodutos de origem animal permite a redução dos níveis de inclusão de farelo de soja, que sabidamente apresenta consideráveis concentrações de fitato, causador da redução da digestibilidade da proteína e do aproveitamento da energia (NAHAM, 2007). Entretanto, mesmo havendo a inclusão de farinhas de origem animal, mais de 50% da fórmula das rações avícolas é composta por ingredientes de origem vegetal que, conseqüentemente permite que haja substrato para

enzima atuar. Isso foi evidenciado nesse experimento e pode ser uma possível explicação para os resultados obtidos quando da suplementação de 750 FYT de fitase na ração, corroborando com os resultados encontrados por LAN et. al (2002), DILGER et. al (2004), que demonstraram que a utilização de fitase possibilita a formulação de dietas com níveis nutricionais reduzidos, com ou sem inclusão de farinhas de origem animal, sem afetar o ganho de peso de frangos de corte. Em contrapartida, BOLING et al.,(2001) não encontraram resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho. Possivelmente essa diferença entre os resultados encontrados se deve aos demais fatores que diferiram entre um experimento e outro, como tipo da fitase e dos ingredientes utilizados nas rações (RAVINDRAN et al., 1995).

Considerando as dietas vegetarianas, o índice de conversão alimentar sofreu influência dos tipos de dietas em todos os períodos avaliados. Os frangos alimentados com a ração contendo níveis nutricionais usuais (T1) apresentaram melhor CA comparados àqueles que receberam ração com níveis nutricionais reduzidos (T2). Esta redução na conversão alimentar foi parcialmente recuperada com suplementação de fitase (T3). Este resultado já era esperado nas dietas vegetarianas devido ao menor ganho de peso das aves alimentadas com dietas nutricionalmente deficientes. Já nos tratamentos com adição de farinha de carne isso não ocorreu, a variação no ganho de peso acompanhou a variação do consumo de ração, não afetando o índice de conversão alimentar. A presença de fitato e a redução no fósforo disponível reduz a disponibilidade dos nutrientes ao animal visto que as aves do T1, T2 e T3 consumiram a mesma quantidade de ração ( $p>0,05$ ), com maior concentração de fitato, e obtiveram menor ganho de peso ao contrário dos demais tratamentos.

**Tabela 2.** Desempenho zootécnico de frangos de corte alimentados com dietas vegetais ou contendo ingrediente de origem animal, suplementadas ou não com enzima Fitase.

TRAT	Período (dias)					
	Consumo (g)		Ganho de Peso (g)		Conversão Alimentar	
	1 a 21	1 a 42	1 a 21	1 a 42	1 a 21	1 a 42
<b>T1</b>	1262 <sup>ab</sup>	4357 <sup>ab</sup>	924 <sup>ab</sup>	2766 <sup>a</sup>	1,366 <sup>a</sup>	1,574 <sup>a</sup>
<b>T2</b>	1234 <sup>ab</sup>	4071 <sup>b</sup>	856 <sup>cd</sup>	2358 <sup>b</sup>	1,441 <sup>ab</sup>	1,727 <sup>b</sup>
<b>T3</b>	1250 <sup>ab</sup>	4397 <sup>ab</sup>	877 <sup>bc</sup>	2669 <sup>a</sup>	1,425 <sup>ab</sup>	1,646 <sup>ab</sup>
<b>T4</b>	1301 <sup>a</sup>	4490 <sup>a</sup>	942 <sup>a</sup>	2747 <sup>a</sup>	1,381 <sup>ab</sup>	1,633 <sup>ab</sup>
<b>T5</b>	1199 <sup>b</sup>	4103 <sup>b</sup>	823 <sup>d</sup>	2491 <sup>b</sup>	1,460 <sup>b</sup>	1,646 <sup>ab</sup>
<b>T6</b>	1300 <sup>a</sup>	4496 <sup>a</sup>	900 <sup>abc</sup>	2692 <sup>a</sup>	1,443 <sup>ab</sup>	1,673 <sup>ab</sup>
<b>P</b>	0,001	0,002	0,001	0,001	0,005	0,037
<b>CV</b>	3,93	5,75	3,98	3,71	3,78	5,30

P: probabilidade; CV: coeficiente de variação

Médias com letras distintas, na mesma coluna, são significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

T1 - ração vegetal sem inclusão de enzimas

T2 - ração vegetal com ajuste nos níveis de fósforo digestível (Pd), cálcio (Ca), Energia Metabolizável (EM) e lisina digestível (Ld);

T3 - ração vegetal com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Ld, com inclusão de fitase;

T4 - ração com ingrediente de origem animal (farinha de carne e ossos - 45% de PB), sem inclusão de enzima;

T5 - ração com ingrediente de origem animal, com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Ld;

T6 - ração com ingrediente de origem animal, com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Ld, com inclusão de fitase;

Para T2, T3, T5 e T6 os níveis de redução foram de 0,13% de Pd, 0,1% de Ca, 45 Kcal/Kg de EM, 0,01% Ld.

A redução nos teores de energia, minerais e lisina em ambas formulações não foi suficiente para reduzir a quantidade de excretas produzidas (Tabela 3). Da mesma forma, a suplementação enzimática não influenciou ( $p > 0,05$ ) esta variável avaliada. Vários fatores possuem relação direta com as características da cama produzida, tais como temperatura ambiente, altura da cama e número de lotes produzidos na mesma cama (HERNANDES, 1997; LAURENTIZ et al., 2000). Normalmente o volume de excretas produzido está diretamente associado ao consumo e eficiência de utilização da ração, as quais podem ser aumentadas ou reduzidas de acordo com a influência do meio, como a época do ano (MOUCHREK, 1996) e da própria característica da dieta (LAURENTIZ, 2005).

A avaliação do coeficiente de resíduo pode ser uma ferramenta importante em estudos com aves, fornecendo informações sobre o balanço de massa no sistema: alimento x animal x resíduo. Este coeficiente relaciona o “custo” ambiental do kg de ganho de peso das aves, por meio da quantificação do total de dejetos produzidos, em MS, dividida pelo ganho de peso dos frangos. Portanto, um coeficiente de resíduo baixo indica menor impacto ambiental. A adição de farinha de origem animal na ração proporcionou um coeficiente de resíduo melhor quando comparado à dieta contendo ingredientes de origem

vegetal, tanto nos frangos alimentados com dietas nutricionalmente normais (T1 e T4) quanto nos frangos nutricionalmente deficientes suplementados com fitase (T3 e T6). O uso de farinha de carne parece ser uma alternativa econômica e ambiental baseando-se na melhora dos coeficientes de resíduo apresentada nos resultados obtidos nesse estudo.

Já as aves alimentadas com dietas com os níveis nutricionais reduzidos, sem adição de fitase (T2 e T5), apresentaram os maiores coeficientes de resíduo, ou seja, esses frangos produziram menos carne e geraram a mesma quantidade de dejetos ou cama aviária (Tabela 3). Além disso, as excretas provenientes desses animais possui o mesmo potencial poluente que as produzidas pelos demais frangos. Observa-se na Tabela 3 que a quantidade de fósforo presente na cama das aves dos tratamentos 2 e 5 é semelhante à quantidade de fósforo na cama gerada pelas aves dos outros tratamentos (T1 e T4). LAURENTIZ (2005) observou um melhor coeficiente de resíduo dos frangos alimentados com dietas contendo enzima fitase, e atribuiu estes resultados a um maior ganho de peso dessas aves.

As aves alimentadas com dietas contendo redução nutricional produziram camas mais úmidas que àquelas alimentados com níveis nutricionais comumente praticados pela indústria (ROSTAGNO, 2005). Houve também diferença significativa ( $p < 0,05$ ) quanto às concentrações de nitrogênio (N) e fósforo (P) presentes na cama das aves.

No presente estudo, tanto o ajuste nutricional como a suplementação de fitase não afetaram a concentração de fósforo na cama, aos 42 dias dentro dos tratamentos com inclusão de farinha de carne. Por se tratar de uma fonte protéica com fósforo de maior disponibilidade que as fontes inorgânicas (BUTOLO, 2002; SCHRÖDER, 2008), as farinhas de origem animal podem ser incluídas nas rações permitindo tanto substituir as fontes inorgânicas de fósforo minimizando o custo da dieta como baixar a inclusão do farelo de soja reduzindo assim o fornecimento de fitato. Talvez a menor ingestão de fitato aliado a oferta de fósforo de maior disponibilidade e ao nível de redução nutricional empregada no presente estudo tenham sido responsáveis pela ausência de diferença estatística entre os tratamentos contendo farinha de carne.

As excretas das aves possuem níveis consideráveis de N, Ca, P, Cu, Mn e Zn, elementos que têm contribuído para o aumento da poluição ambiental, principalmente quando relacionado a mananciais de água e lençóis freáticos (PAYNE, 1998; PATERSON, 2002). Assim, a redução dos níveis de minerais, principalmente P e N é importante porque o principal destino da cama ainda é a adubação e já existe preocupação quanto a capacidade de suporte dos solos, devido a frequência de aplicação a longo prazo.

Segundo SCHMIDT FILHO (2006) algumas alterações nas características químicas já podem ser observadas em alguns solos do Paraná e o excesso destes minerais pode ser lixiviado, principalmente o P, diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido na água e alterando a qualidade da mesma.

Nos tratamentos exclusivamente vegetais, o tratamento sem redução nos níveis nutricionais foi o que teve maior concentração de P na cama, seguido do tratamento com redução nutricional (T2) cujas aves ingeriram menor quantidade de fósforo (Tabela 2) e conseqüentemente excretaram menos esse mineral, porém houve prejuízo na conversão alimentar dos frangos aos 42 dias de idade. No entanto, a fitase reduziu a concentração de fósforo na cama sem afetar o desempenho zootécnico das aves, equiparando o ganho de peso e o índice de conversão alimentar das aves no período total de criação. SILVA (2004), LELIS ET AL. (2007) E DE FARIA & SAKAMOTO (2008) também observaram redução de P excretado utilizando rações com suplementação de fitase.

APPLEGATE et al. (2004) testando fitase, em um experimento com frangos de corte, reduziram o nível fósforo digestível das rações em 26 % nas diferentes fases de 1-17, 18-30, 31-42 e 43-49 dias de idade, e verificaram uma redução média de 32 % na porcentagem de fósforo total na matéria seca da cama de frangos de corte aos 49 dias de idade, ao compararem com o tratamento controle.

Apesar da diferença significativa entre os tratamentos, para concentração de nitrogênio na cama, corroborando com resultados encontrados por RODRIGUES (2006) que observou uma redução de 8% na excreção de nitrogênio para a fase de 1 a 21 dias de idade, não houve diferença quanto à produção de amônia pela cama (Tabela 3). A amônia é um gás incolor, altamente irritante às aves e ao avicultor, produto da desaminação dos aminoácidos pelas bactérias ou da redução de substâncias nitrogenadas, bem como do ácido úrico excretado na cama. A volatilização da amônia está relacionada com inúmeros fatores como a umidade da cama, temperatura ambiente e pH da mesma, o que pode ter causado grande efeito sobre essa variável e justificando o alto coeficiente de variação juntamente com a semelhança entre os tratamentos.

**Tabela 3** – Produção de excretas (PE), coeficiente de resíduo (CRes), matéria seca (MS), nitrogênio (N), fósforo (P) e produção de amônia em cama de frangos de corte aos 42 dias de idade, expressos em matéria seca.

TRATAMENTOS	PE (g/ave)	CRes	MS (%)	N (%)	P (%)	AMÔNIA (mg/kg)
T1	948	0,420 <sup>b</sup>	35,30 <sup>a</sup>	12,57 <sup>ab</sup>	3,38 <sup>b</sup>	0,626
T2	881	0,442 <sup>c</sup>	27,80 <sup>c</sup>	11,91 <sup>ab</sup>	3,08 <sup>ab</sup>	0,487
T3	924	0,414 <sup>b</sup>	30,08 <sup>bc</sup>	12,65 <sup>b</sup>	2,77 <sup>a</sup>	0,367
T4	897	0,405 <sup>a</sup>	36,02 <sup>a</sup>	13,37 <sup>b</sup>	3,15 <sup>ab</sup>	0,456
T5	905	0,438 <sup>c</sup>	30,40 <sup>bc</sup>	11,06 <sup>a</sup>	2,95 <sup>ab</sup>	0,507
T6	892	0,401 <sup>a</sup>	31,58 <sup>b</sup>	12,17 <sup>ab</sup>	2,90 <sup>ab</sup>	0,555
<b>P</b>	0,435	0,027	0,001	0,002	0,040	0,315
<b>CV (%)</b>	7,61	6,79	7,77	8,38	12,34	44,96

P: probabilidade; CV: coeficiente de variação

Médias com letras distintas, na mesma coluna, são significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

T1 - ração vegetal sem inclusão de enzimas

T2 – ração vegetal com ajuste nos níveis de fósforo digestível (Pd), cálcio (Ca), Energia Metabolizável (EM) e lisina digestível (Ld);

T3 – ração vegetal com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Ld, com inclusão de fitase;

T4 – ração com ingrediente de origem animal (farinha de carne e ossos - 45% de PB), sem inclusão de enzima;

T5 - ração com ingrediente de origem animal, com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Ld;

T6 - ração com ingrediente de origem animal, com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Ld, com inclusão de fitase;

Para T2, T3, T5 e T6 os níveis de redução foram de 0,13% de Pd, 0,1% de Ca, 45 Kcal/Kg de EM, 0,01% Ld.

#### **4. CONCLUSÃO**

O uso de 750 FYT de fitase por kg de ração permite reduzir os níveis nutricionais assegurando um bom desempenho zootécnico, diminui a umidade da cama aviária e reduz a excreção de fósforo no ambiente além da enzima interagir positivamente com diferentes produtos utilizados na formulação de ração.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEOLA, O., AND J. S. SANDS. Does supplemented dietary microbial phytase improve amino acid utilization? A perspective that it does not. **Journal Animal. Science**. 81(E. Suppl. 2):E78–E85. 2003.

APPLEGATE, T.J.; JOERN, B.C.; NUSSBAUM-WAGLER, D.L.; et al. Water-soluble phosphorus in fresh broiler litter is dependent upon phosphorus concentration fed but not on fungal phytase supplementation. **Poultry Science**, v.82, p.1024-1029, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS -AOAC. **Official methods of the association of the agricultural chemists**. 16.ed. Washington, D.C.: 1995. 1230p.

ASSUENA, V.; JUNQUEIRA, O.M.; DUARTE, K.F.; LAURENTIZ, A.C.; FILARDI, R.S.; SGAVIOLI, S. Effect of dietary Phytase supplementation on the performance, bone density and Phosphorus and Nitrogen excretion of broiler. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.11, n.1, 25-30, 2009.

BLAKE, J.P. Dejetos da indústria avícola: o que deve ser feito para preservar o meio ambiente In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, , **Anais...** p.92-8. 1996.

BOLING, S. D. et al. The effects of citric acid on phytase-phosphorus utilization in young chicks and pigs. **Journal of Animal Science**., v.78, n. 3, p. 682-689, 2000.

BOLING, S. D.; PETER, C.M.; DOUGLAS, M. W.; SNOW, J. L.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Efficacy of phytase for increasing protein efficiency ratio values of feed ingredients. **Poultry. Science**. v.80:1578–1584. 2001.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. Campinas, CBNA, 2002. 430p.

CESAR, S.M. Valor nutritivo das dejeções de aves para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.15, n.2, p.87-99, 1977.

COWIESON, A.J., BEDFORD, M.R., SELLE, P.H. et. al. Phytate and microbial phytase: implications for endogenous nitrogen losses and nutrient availability. **Word's Poultry Science Journal**, v.65, p.401-18, 2009.

COWIESON, A.J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M.R. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. **British Poultry Science**, 45:101, 2004.

COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H. Influence of dietary phytic acid and source of microbial phytase on ileal endogenous amino acid flows in broiler chickens. **Poultry Science**, 87:2287-2299, 2008.

DE FARIA, D.E.; SAKAMOTO, M.I. Estratégias nutricionais para reduzir a excreção de nutrientes em frangos de corte. In: V SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2008, Cascavel. **Anais...** Cascavel: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2008. p.81-88.

DILGER, R.N.; ONYANGO, E.M.; SANDS, J.S.; ADEOLA, O. Evaluation of Microbial Phytase in Broiler Diets. **Poultry Science**, 83:962-970, 2004.

EDWARDS, D.R.; DANIEL, T.C. Quality of runoff from fescuegrass plots treated with poultry litter and inorganic fertilizer. **Journal of Environmental Quality**, v.23, p.579-84, 1994.

FERKET, P.R. Practical use of feed enzymes for turkeys and broilers. **Journal Applied Poultry Research**, v.1, p.75-81, 1993

HERNANDES, R. Estudo de frações nitrogenadas, glicídicas e de amônia liberada pela cama aviária submetida a diferentes densidades populacionais. **Monografia** (Graduação em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **www.ibge.gov.br**. Consultado em 11 de janeiro de 2011.

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**, 81:1522-1532, 2002.

LAURENTIZ, A.C. Efeito da temperatura ambiente, probiótico e altura de cama no desempenho de frangos e características de cama aviária. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

LAURENTIZ, A.C. Manejo nutricional das dietas de frangos de corte na tentativa de reduzir a excreção de alguns minerais de importância ambiental. **Tese** (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; BORSATTO, C.G. et al. Efeito da suplementação de fitase no metabolismo dos nutrientes em rações de frangos de corte. In: CONFERENCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, 2007, Santos. **Anais...** Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2007.

MOUCHREK, E. Manejo de cama: materiais alternativos. In: CURSO MANEJO DE FRANGOS DE CORTE, Campinas, 1996. **Livro texto...** Campinas: FACTA, 1996. p. 47-67.

NAHAM, K.H. Efficient phosphorus utilization in poultry feeding to lessen the environmental impact of excreta. **World's Poultry Science Journal**, v.63, p.625-645, 2007.

PATERSON, P.H. Hen house ammonia: Environmental consequences and dietary strategies. In: MULTI-STATE POULTRY MEETING, 2002, Pennsylvania. **Anais...** Pennsylvania: Pennsylvania State University, 2002. p.12.

PAYNE, V.W. Management, treatment and utilization of poultry litter with respect to environmental protection. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E SISTEMAS DE PRODUÇÃO AVÍCOLA, 1998, Concórdia. **Anais...** Concórdia, 1998. p.182-193.

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

RAVINDRAN, V., W. L. BRYDEN, AND E. T. KORNEGAY. Phytates: Occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. **Poultry Avian Biology Review**. 6:125–143. 1995.

RODRIGUES, K.F. Relação lisina digestível:proteína bruta em dietas para frangos de corte. 123f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2006.

RUNHO, R.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.187-196, 2001.

SANTOS, T.M.B. **Caracterização química, microbiológica e potencial de produção de biogás de três tipos de cama, considerando dois ciclos de criação de frangos de corte**. Jaboticabal, 1997, 95p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista

SCHMIDT FILHO, E. Influência da aplicação de dejetos de suínos integrada a produção vegetal sobre o comportamento de fósforo em quatro solos do Paraná. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SCHRÖDER, B. Reducing emission for poultry units. Feed Mix, The International Journal on Feed, nutrition and technology. V.15, n.4, 15-17, 2008.

SCOTT, T. A.; BOLDAJI, F. Comparison of inert markers chromic oxide or insoluble ash (Celite) for determining apparent metabolizable energy of wheat – or barley-based broiler diets with or without enzymes. **Poultry Science**, v. 74, p.594-598, 1997.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. BRYDEN, W.L.; SCOTT, T.A. Influence of dietary phytate and exogenous phytase on amino acid digestibility in Poultry: A review. **Journal of Poultry Science**, 43:89, 2006.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. Review. **Animal Feed Science and Technology**. 135. 1-41, 2007.

SILVA, Y.L. **Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes**. 2004. 201f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TEJEDOR, A.A. Efeito da adição de enzimas em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30(3) p. 809-816, 2001.

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

YAN, F.; KERSEY J.H.; FRITTS, C.A.; WALDROUP, P.W. Phosphorus requirements of broiler chicks six to nine weeks of age as influenced by phytase supplementation. **Poultry Science**, v.82, p.294-300, 2003.

### **CAPÍTULO III – DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E CARACTERÍSTICAS ÓSSEAS DE FRANGOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO OU NÃO INGREDIENTE DE ORIGEM ANIMAL SUPLEMENTADAS COM FITASE**

#### **RESUMO**

Aproximadamente 70% do fósforo (P) contido nos cereais está na forma de fitato, fator antinutricional que torna o fósforo indisponível as aves, quelata cátions bivalentes e complexa ao grupo amina de alguns aminoácidos. A fitase, ao quebrar o ácido fítico, torna o fósforo e demais moléculas ligadas à essa molécula disponível ao animal. Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar a inclusão da enzima fitase em dietas para frangos de corte contendo ou não ingredientes de origem animal sobre a digestibilidade dos nutrientes da dieta e características ósseas das aves. Foram utilizados 240 frangos de corte machos, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado composto por 6 tratamentos com oito repetições. As dietas dos tratamentos 1, 2 e 3 foram compostas exclusivamente por ingredientes de origem vegetal e nas demais dietas foi incluído farinha de carne e ossos. Os tratamentos 2, 3, 5 e 6 tiveram os níveis nutricionais das dietas reduzidos (fósforo disponível, cálcio, lisina diestível e energia metabolizável). Houve inclusão da enzima 6-fitase fúngica nos tratamentos 3 e 6. A utilização de ingrediente de origem animal e a suplementação de fitase na dieta influenciaram a digestibilidade dos nutrientes e a qualidade óssea dos frangos. Não houve diferença dos níveis séricos de fosfatase alcalina entre as aves dos diferentes tratamentos. Nas condições experimentais utilizadas nesse estudo, a inclusão de fitase nas rações para frangos de corte melhorou a digestibilidade dos nutrientes, permitindo redução nos níveis nutricionais sem comprometer o desenvolvimento ósseo das aves.

**Palavra-chave:** fitato, fósforo, inositol, qualidade óssea, resistência óssea

## **DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS AND BONE BROILER CHARACTERISTICS FED DIETS CONTAINING OR NOT ANIMAL INGREDIENT SUPPLEMENTED WITH PHYTASE**

### **ABSTRACT**

Approximately 70% of phosphorus (P) in cereals is in the phytate form, anti-nutritional factor that makes phosphorus unavailable to birds, chelates divalent cations and complex to the amine group of some amino acids. The phytase to break down the phytic acid, makes phosphorus and other molecules linked to this molecule available to the animal. In this sense, the present study was to evaluate the inclusion of phytase enzyme in broiler diets with or without animal ingredient on the nutrients digestibility and bone characteristics of broilers. 240 male broilers were distributed in a completely randomized design consisting of six treatments with eight replicates. Diets of treatments 1, 2 and 3 were composed exclusively of vegetal ingredients and other diets containing meat and bone meal. Treatments 2, 3, 5 and 6 had the diets of low nutrient levels (available phosphorus, calcium, digestible lysine and metabolizable energy). There was the inclusion of phytase enzyme 6-fungal treatments 3 and 6. The use of animal ingredients and phytase supplementation in the diet influenced the digestibility of nutrients and bone quality of the chickens. There was no difference in serum alkaline phosphatase among birds of different treatments. Under the experimental conditions used in this study, the inclusion of phytase in diets for broilers improved digestibility of nutrients, allowing for a reduction in nutritional status without compromising bone development in birds.

**Keywords:** bone quality, bone resistance, phytate, phosphorus, inositol.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre os minerais exigidos pelas aves o cálcio e o fósforo são considerados, quantitativamente, os mais importantes por serem necessários não apenas para ótima taxa de crescimento, mas também por estarem envolvidos na osteogênese. O fósforo é o componente cujas funções biológicas são mais conhecidas do que qualquer outro elemento mineral, estando envolvido na formação de colágeno e mineralização óssea (PIZZOLANTE, 2000), na formação das membranas celulares, de ácidos nucleicos (EMERSON et al, 1997), na manutenção da pressão osmótica e no equilíbrio ácido-base (OLANREWAJU et al., 2007), na utilização e transferência de energia nas formas de adenosina mono, di e tri-fosfato e na formação de fosfolípidios, participando no transporte de ácidos graxos, absorção e metabolismo de glicídios, gorduras e proteínas, além de influenciar o apetite e a eficiência alimentar (NELSON, 2000; RUNHO et al., 2001). O não fornecimento de quantidades adequadas de fósforo pode resultar em pior desempenho, deformidades ósseas, maior condenação de carcaça nos abatedouros e alta mortalidade (PANDA *et al.*, 2007).

Assim, na determinação das exigências nutricionais de fósforo disponível para aves, deve-se considerar que as variáveis relacionadas ao crescimento ósseo e demais aspectos morfofisiológicos são tão importantes quanto o próprio desempenho zootécnico (KOCH et al., 1984; GOMES et al., 1993; YAN et al, 2003, 2005). O teor de minerais dos ossos tem sido intensivamente usado como critério para avaliar as exigências de fósforo por ser um indicador mais sensível da suficiência deste mineral do que a taxa de crescimento (WALDROUP et al, 2000; YAN et al, 2001; DHANDU e ANGEL, 2003).

Desta forma, é comum o uso de uma adequada margem de segurança deste nutriente na dieta, o que resulta numa variação nas recomendações de fornecimento deste mineral. Segundo ROSTAGNO et al. (1988), NRC (1994), ROSTAGNO et al. (1996) e ROSTAGNO et al. (2005), a exigência nutricional de fósforo disponível (Pd) para frangos de corte, nas diferentes fases de criação, varia de 0,18% a 0,14%; de 0,11% a 0,13% e de 0,09% a 0,11% de Pd/Mcal de energia metabolizável, respectivamente, para as fases inicial (1 a 21 dias), de crescimento (22 a 42 dias) e final (43 a 49 dias).

Nas condições brasileiras, as rações de aves são formuladas basicamente com milho e farelo de soja, sendo que aproximadamente 66% do fósforo (P) contido nos grãos dos cereais está na forma de fitato (inositol hexafosfato), uma forma química de baixa disponibilidade biológica para monogástricos, dessa forma o fornecimento de fósforo disponível pelas fontes de origem vegetal não é suficiente para atender à demanda

nutricional das aves, havendo necessidade de suplementação com outras fontes de fósforo como fosfato bicálcico e/ou subprodutos de origem animal. A utilização de farinhas de origem animal (FOA) permite a redução dos níveis de inclusão de farelo de soja, que sabidamente apresenta consideráveis concentrações de fitato, causadores da redução da digestibilidade da proteína e energia (NAHAM, 2007). O fitato, além de deixar indisponível o P, quelata cátions bivalentes ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  e  $\text{Cu}^{2+}$ ), complexa o grupo amina de alguns aminoácidos como a lisina, arginina e histidina, interferindo na sua absorção (FERKET, 1993), inibindo a atividade da tripsina e pepsina, aumentando a excreção de minerais e nitrogênio (COWIESON et al., 2004; SELLE et al., 2006; COWIESON et al., 2008). Desta forma, normalmente as fontes de fósforo utilizadas para suprir as exigências nutricionais de aves são provenientes de suplementos minerais (fósforo inorgânico) adicionados à ração

Estas características transformam o fósforo no macromineral de maior custo na formulação de rações para aves (2 a 2,5% dos custos da ração) e o terceiro componente mais caro, superado apenas pela energia e pela proteína (particularmente aminoácidos sulfurados e lisina) (BOLLING et al., 2000), desafiando os nutricionistas a encontrarem fontes e quantidades suficientes de fósforo para suprir as necessidades animais.

Assim, a adição de fitase na ração se transformou em uma alternativa e realidade na produção de frangos, sendo uma enzima exógena responsável pela quebra da ligação do ácido fítico, tornando o fósforo e demais moléculas ligadas ao fitato disponíveis, possibilitando a formulação de rações com menor inclusão de fósforos inorgânicos, diminuindo a excreção e poluição ambiental e os custos da ração.

Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar a inclusão da enzima fitase em dietas para frangos de corte contendo ou não ingredientes de origem animal sobre a digestibilidade dos nutrientes da dieta e parâmetros ósseos das aves.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizados 240 frangos de corte machos, híbridos comerciais Cobb®500, criados de um a 42 dias de idade. As aves foram alojadas em 48 parcelas experimentais medindo 2,25m<sup>2</sup> cobertos por cama de maravalha, equipados com comedouros tubulares e bebedouros pendulares automáticos. A temperatura do galpão foi controlada pelo uso de campânulas com lâmpadas incandescentes até os 14 dias de idade e após esse período foi utilizada temperatura ambiente e iluminação natural.

Utilizou-se três programas de alimentação: inicial (1–21 dias), crescimento (22–35 dias) e terminação (36–42 dias). O experimento foi composto por seis tratamentos (Tabela 1) com oito repetições de 22 aves, sendo as dietas dos tratamentos 1, 2 e 3 compostas exclusivamente por ingredientes de origem vegetal e as demais dietas com inclusão de ingredientes de origem animal (farinha de carne e ossos). Os tratamentos 2, 3, 5 e 6 tiveram os níveis nutricionais das dietas ajustados, com seus níveis dietéticos de fósforo disponível, cálcio, lisina digestível e energia metabolizável das rações reduzidos em 0,13%, 0,1%, 0,01% e 45 kcal/kg, respectivamente. Houve inclusão da enzima 6-fitase de origem fúngica ® (750 FYT/kg de ração) nos tratamentos 3 e 6 (Quadros 1, 2 e 3).

**Tabela 1 – Tratamentos experimentais**

Tratamentos		Dietas Experimentais
VEGETAL	T1	Níveis Normais
	T2	Níveis Reduzidos (Pd, Ca, EM e Ld) <sup>A</sup>
	T3	Níveis Reduzidos + Fitase <sup>B</sup>
ANIMAL	T4	Níveis Normais
	T5	Níveis Reduzidos (Pd, Ca, EM e Ld) <sup>A</sup>
	T6	Níveis Reduzidos + Fitase <sup>B</sup>

Pd: fósforo digestível; Ca: cálcio; EM: energia metabolizável; Lt: lisina total

A: Reduções de 0,13% de fósforo disponível, 0,1% de cálcio, 0,01% de lisina digestível e 45 kcal/kg de energia metabolizável das rações

B: Inclusão enzimática de 750 FYT/kg de ração

**Quadro 1** – Composição calculada da dieta inicial para frangos de 1 a 21 dias de idade.

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
<b>INGREDIENTES (kg/ton)</b>						
Milho	564	596	596	591	618	618
Farelo de soja 46% PB	374	361	361	328	319	319
Farinha de carne e ossos	-	-	-	40	40	40
Óleo de soja	21,10	7,70	7,70	12,8	-	-
Calcáreo calcítico	11,70	13,40	13,40	7,60	9,20	9,20
Fosfato bicálcico	16,80	10,00	10,00	6,90	0,10	0,10
Sal comum	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60
DL-Metionina	2,62	2,48	2,48	2,80	2,63	2,63
L-Lisina (HCl)	1,22	1,47	1,47	1,79	1,92	1,92
Treonina	0,18	0,01	0,01	0,46	0,23	0,23
Premix mineral vitamínico	4	4	4	4	4	4
Enzima Fitase	-		0,2			0,2
Caulin		0,2			0,2	
<b>Níveis Nutricionais</b>						
EM kcal/kg	3050	3005	3005	3050	3005	3005
PB (%)	22.00	21.64	21.64	22.00	21.64	21.64
Ca (%)	0,95	0,85	0,85	0,95	0,85	0,85
P total (%)	0,74	0,60	0,60	0,72	0,58	0,60
P Avail (%)	0,45	0,32	0,32	0,45	0,32	0,32
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Dig. Lisina (%)	1,17	1,16	1,16	1,17	1,16	1,16
Dig. Arginina (%)	1,34	1,31	1,31	1,21	1,19	1,31
Dig. Triptofano (%)	0,23	0,23	0,23	0,22	0,21	0,23
Dig. Treonina (%)	0,78	0,75	0,75	0,78	0,75	0,75



**Quadro 3** – Composição calculada da dieta de terminação para frangos de 36 a 42 dias de idade.

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
<b>INGREDIENTES (kg/Ton)</b>						
Milho	656	687	687	682	699	695
Farelo de soja 46% PB	274	260	260	229	239	247
Farinha de carne e ossos	-	-	-	40	19	11,8
Óleo de soja	38	24,5	24,5	29,7	20,9	20,1
Calcário calcítico	12,7	14,4	14,4	8,5	11,4	13,2
Fosfato bicálcico	9,7	2,9	2,9	-	-	-
Sal comum	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
DL-Metionina	1,75	1,60	1,60	1,90	1,7	1,7
L-Lisina (HCl)	0,08	0,34	0,34	0,64	0,59	0,50
Treonina	-	-	-	0,24	-	-
Premix mineral vitamínico	4	4	4	4	4	4
Enzima Fitase			0,2			0,2
Caulin		0,2			0,2	
<b>Níveis Nutricionais</b>						
EM kcal/kg	3250	3205	3205	3250	3205	3205
PB (%)	18	17,64	17,64	18	17,64	17,64
Ca (%)	0,80	0,70	0,70	0,80	0,70	0,70
P Total (%)	0,55	0,41	0,41	0,53	0,45	0,41
P Avail (%)	0,30	0,17	0,17	0,30	0,17	0,17
Dig. Lisina (%)	0,85	0,84	0,84	0,85	0,84	0,84
Dig Arginina (%)	1,07	1,03	1,03	0,94	1,0	1,03
Dig. Triptofano (%)	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,18
Dig. Treonina (%)	0,62	0,62	0,62	0,62	0,60	0,62
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente da proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cálcio (Ca) e fósforo (P) foi incluído 1% de Celite® como marcador indigestível na ração final (SCOTT e BOLDAJI, 1997). No 42º dia de criação, cinco aves de cada repetição foram abatidas por deslocamento cervical, o conteúdo ileal

desses animais (4 cm após o divertículo de Meckel até 4cm acima da junção íleo-cecóica) foi coletado, homogeneizado e acondicionado em freezer a -18°C para posterior análise laboratorial. No mesmo dia foram coletados 3 ml de sangue da veia braquial de uma ave por unidade experimental para mensurar os níveis séricos da enzima fosfatase alcalina. Logo após a coleta, o sangue foi centrifugado a 5000rpm e enviado ao laboratório para realização da análise da enzima pelo método cinético com o kit para fosfatase alcalina Labtest®

No 21° e no 42° dia de idade, oito aves de cada tratamento foram abatidas por deslocamento cervical para coleta das tíbias. Os ossos da perna esquerda foram cozidos em água fervente por um minuto para a remoção dos resíduos de carne, cartilagem proximal e fíbula. Após a total remoção dos resíduos, os ossos ficaram submersos em éter etílico por 24 horas, renovando até o desaparecimento total dos resíduos de gordura no éter. Após 30 minutos aproximadamente, depois da evaporação do éter foi realizada uma secagem em estufa a 65°C por 24 horas, pesagem em balança de precisão e os ossos foram colocados em uma mufla a 600°C para posterior determinação dos teores de matéria mineral (MM), Ca e P de acordo com AOAC (1995). As tíbias da perna direita dos mesmos animais também passaram por um processamento que consistiu na remoção dos resíduos de carne, cartilagem proximal e fíbula sem cozimento. Após a total remoção dos resíduos, os ossos ficaram submersos em éter etílico por 24 horas, renovando até o desaparecimento total dos resíduos de gordura no éter. Após 30 minutos, período necessário para volatilização do éter, foi realizada uma secagem em estufa a 65°C por 24 horas, pesagem em balança de precisão de 0,0001g, mensuração do tamanho dos osso com um paquímetro digital e obtenção do volume dos ossos por imersão em água destilada dentro de um Becker de 500 ml sobre uma balança, anotando-se a diferença de peso quando da imersão do osso que é equivalente ao volume do osso baseado nas seguintes premissas:  $\text{Peso} = \text{Empuxo do corpo em suspensão (E)}$ ;  $\text{Empuxo} = \text{Volume material (Vol)} \times \text{densidade do líquido}$ ; logo  $\text{Vol} = \text{E}$  ou  $\text{Peso} = \text{Vol}$ . Depois dessas medidas os ossos foram novamente levados à estufa 65° por 24 horas e submetidos a análise de resistências óssea utilizando-se o aparelho EMIC modelo DL1000®, aplicando-se uma força perpendicular a uma velocidade de 3mm/min com um cutelo cilíndrico de 30mm de diâmetro no ponto médio entre as epífises dos ossos, sendo que foi padronizado em função do menor osso um vão de 41mm avaliando assim a força máxima necessária para o completo rompimento do osso. O índice Seedor foi obtido dividindo o peso do osso por

seu comprimento (SEEDOR 1995) e a densidade como sendo a relação entre a massa e volume.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente apresentados na Tabela 2 mostram que além de aumentar a biodisponibilidade do cálcio e do fósforo aos animais, em ambas formulações desse experimento, a fitase melhorou a digestibilidade da proteína bruta das dietas contendo ingredientes de origem animal. A enzima não influenciou a digestibilidade da proteína das dietas exclusivamente vegetais.

A adição de fitase na ração do Tratamento 6, contendo farinha de carne e níveis nutricionais menores, promoveu melhora no coeficiente de digestibilidade da proteína bruta quando comparado ao tratamento contendo farinha de carne e níveis nutricionais recomendados (T4). A fitase também foi efetiva no experimento conduzido por RAVINDRAN et al. (1999) que fornecendo a enzima em dietas semi-purificadas obtiveram melhora significativa na digestibilidade ileal de proteína e aminoácidos em diferentes ingredientes. Provavelmente, tais resultados foram alcançados porque os aminoácidos que estavam ligados às moléculas do hexafosfato inositol foram liberados para sofrer o processo de digestão quando o fitato foi hidrolisado pela fitase suplementada na dieta das aves (SELLE e RAVINDRAN, 2007). COWIESON et al. (2009) sugerem que o melhor aproveitamento da proteína se deve à redução na perda endógena de nitrogênio em forma de mucinas quando hidrolisa as moléculas de fitato que agridem a mucosa. Porém, a melhora na digestibilidade de aminoácidos com a utilização de fitase são questionados por ADEOLA e SANDS (2003) e no mesmo sentido, BOLING et al (2001) afirmam que a suplementação de dietas com fitase não melhoram a digestibilidade ileal dos aminoácidos.

O coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (EE) das dietas foi afetado ( $p < 0,05$ ) principalmente nas rações apenas com ingredientes de origem vegetal, quando da inclusão de fitase (T3) onde a enzima equiparou a redução nutricional e igualou o coeficiente da dieta ao respectivo tratamento controle (T1) que continha níveis nutricionais corriqueiramente utilizados na avicultura brasileira. Uma hipótese é que a energia da dieta também foi melhor utilizada pelas aves.

O cálcio (Ca) e o fósforo (P) foram melhores aproveitados pelos frangos alimentados com as rações contendo fitase em ambas as formulações (T3 e T6) quando comparados às respectivas dietas controle (T1 e T4). Os resultados obtidos concordam com os encontrados por RUTHERFURD et al (2002 e 2004), os quais observaram que a enzima hidrolisou o fitato, inibindo esse fator antinutricional e disponibilizando esses minerais para serem absorvidos pelos frangos. TEJEDOR et al. (2001), também em um experimento com frangos de corte utilizando duas fontes distintas de fitase, comprovaram que a adição de ambas as fontes aumentou os coeficientes de digestibilidade de cálcio e fósforo em até 5% e 4%, respectivamente. Provavelmente esse maior aproveitamento do fósforo, pode ter ocorrido devido a menor concentração do fósforo na dieta que de alguma forma estimula a ave a ser mais eficiente na absorção do mineral, na tentativa de superar a carência.

**Tabela 2** – Coeficientes de digestibilidade ileal aparente da proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), e disponibilidade ileal de cálcio (Ca) e fósforo (P)

TRATAMENTOS	PB	EE	Ca	P
T1	87,10 <sup>a</sup>	95,52 <sup>ab</sup>	55,82 <sup>b</sup>	41,06 <sup>c</sup>
T2	84,92 <sup>ab</sup>	93,07 <sup>c</sup>	56,36 <sup>b</sup>	61,36 <sup>b</sup>
T3	88,38 <sup>a</sup>	95,84 <sup>a</sup>	65,60 <sup>a</sup>	72,73 <sup>a</sup>
T4	82,39 <sup>b</sup>	96,41 <sup>a</sup>	32,12 <sup>c</sup>	43,55 <sup>c</sup>
T5	85,64 <sup>ab</sup>	92,60 <sup>c</sup>	60,67 <sup>ab</sup>	64,70 <sup>ab</sup>
T6	86,22 <sup>a</sup>	93,61 <sup>bc</sup>	52,15 <sup>b</sup>	72,95 <sup>a</sup>
P	0,001	0,001	0,001	0,001
CV	2,92	1,41	10,84	11,62

Médias com letras distintas, na mesma coluna, são significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

P: probabilidade; CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média

T1 - ração vegetal sem inclusão de enzimas

T2 – ração vegetal com ajuste nos níveis de fósforo digestível (Pd), cálcio (Ca), Energia Metabolizável (EM) e lisina digestível (Ld);

T3 – ração vegetal com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Lt, com inclusão de fitase;

T4 – ração com ingrediente de origem animal (farinha de carne e ossos - 45% de PB), sem inclusão de enzima;

T5 - ração com ingrediente de origem animal, com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Ld;

T6 - ração com ingrediente de origem animal, com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Ld com inclusão de fitase;

Para T2, T3, T5 e T6 os níveis de redução foram de 0,13% de Pd, 0,1% de Ca, 45 Kcal/Kg de EM, 0,01% Ld.

Os resultados das composições dos ossos, densidade, índice de Seedor e resistência estão apresentadas nas Tabelas 3 e 4. A diferença quanto ao teor de cálcio dos ossos, medido aos 21 dias, não foi significativa ( $p > 0,05$ ) entre as aves que receberam as diferentes dietas, corroborando com os resultados obtidos por SEBASTIAN et al. (1996) que também observaram que a suplementação de fitase não influenciou a quantidade de Ca, Zn, Cu nas tíbias de frangos. Da mesma forma, a densidade e índice de Seedor não apresentaram diferença entre os tratamentos aos 21 dias.

**Tabela 3** – Resíduo mineral (RM), cálcio (Ca), fósforo (P), resistência óssea (Res), densidade (Dens) e índice de Seedor em tíbias de frangos de corte alimentados com dietas contendo ou não ingrediente de origem animal, com ou sem suplementação de fitase, aos 21 dias de idade.

TRATAMENTOS	RM (%)	Ca (%)	P (%)	Res	Dens	Seedor
T1	46,16 <sup>ab</sup>	19,12	8,85 <sup>abc</sup>	26,98 <sup>a</sup>	0,662	0,047
T2	44,06 <sup>b</sup>	18,61	8,09 <sup>c</sup>	22,23 <sup>b</sup>	0,678	0,042
T3	45,98 <sup>ab</sup>	18,30	9,20 <sup>ab</sup>	26,11 <sup>ab</sup>	0,689	0,049
T4	48,01 <sup>a</sup>	18,66	9,24 <sup>a</sup>	26,23 <sup>ab</sup>	0,703	0,048
T5	44,31 <sup>b</sup>	18,39	8,22 <sup>bc</sup>	22,04 <sup>b</sup>	0,688	0,045
T6	45,12 <sup>b</sup>	19,53	9,17 <sup>ab</sup>	22,67 <sup>b</sup>	0,686	0,050
P	0,001	0,404	0,001	0,033	0,851	0,311
CV (%)	3,47	6,87	7,43	15,42	8,43	13,92

Médias com letras distintas, na mesma coluna, são significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

P: probabilidade; CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média

T1 - ração vegetal sem inclusão de enzimas

T2 – ração vegetal com ajuste nos níveis de fósforo digestível (Pd), cálcio (Ca), Energia Metabolizável (EM) e lisina digestível (Ld);

T3 – ração vegetal com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Ld, com inclusão de fitase;

T4 – ração com ingrediente de origem animal (farinha de carne e ossos - 45% de PB), sem inclusão de enzima;

T5 - ração com ingrediente de origem animal, com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Ld;

T6 - ração com ingrediente de origem animal, com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Ld com fitase;

Para T2, T3, T5 e T6 os níveis de redução foram de 0,13% de Pd, 0,1% de Ca, 45 Kcal/Kg de EM, 0,01% Ld.

Visto que os indicadores ósseos são usados como forma de determinação das exigências de minerais para aves, principalmente cálcio e fósforo, o 21º dia de idade pode ser considerado a melhor fase para avaliar tais parâmetros, pois apesar do desenvolvimento dos diferentes tecidos corporais ocorrerem simultaneamente nas aves, em determinados períodos a prioridade de crescimento pode ser do tecido ósseo, muscular ou do adiposo. No caso do tecido ósseo das aves, acontece nos primeiros 21 dias de idade (MACARI et al., 1994; MUNIZ et al, 2007). Além disso, NITSAN (1995) mostrou que existe alta correlação entre o desempenho das aves nas fases inicial e final de criação, portanto na primeira fase de vida precisamos fornecer aos animais um aporte nutricional condizente com sua demanda para obter o máximo desempenho possível, incluindo o desenvolvimento ósseo.

Quanto a deposição de fósforo (P) nos ossos aos 21 dias, os tratamentos diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si, havendo menor concentração de fósforo nas tíbias dos frangos alimentados com dietas nutricionalmente inferiores sem fitase. Ao contrário dos resultados encontrados por BROZ et al. (1994), que não observaram diferença nas

concentrações de P e Ca nas cinzas de tíbia de frangos alimentados com dietas a base de milho e soja suplementadas com fitase, o presente estudo demonstra (Tabela 3) que a enzima melhorou a deposição de fósforo nos ossos das aves alimentadas com dietas vegetarianas devido a maior disponibilidade de fósforo ocasionada pela hidrólise da molécula de fitato.

A diminuição da concentração de fósforo disponível da dieta resultou em menor resistência à quebra nas tíbias das aves com 21 dias de idade, sendo que os tratamentos com suplementação de fitase nas dietas vegetais apresentaram valores iguais ao tratamento controle (T1), mostrando uma compensação na redução nutricional com a adição da enzima. Segundo a literatura (KOCABAGLI, 2001; OLIVEIRA et al. 2008), isso ocorre devido a menor deposição de minerais e possivelmente da densidade do osso. No presente estudo, a deposição mineral parece ter influenciado a resistência óssea tanto aos 21 quanto nos 42 dias das aves, no entanto só houve diferença na densidade óssea aos 42 dias de idade das aves (Tabela 4). Com a deficiência prolongada de Ca ocorre a mobilização de cálcio do osso de forma a suprir as necessidades do organismo (EDWARDS e VELTMAN, 1983), podendo comprometer a sua estrutura.

A deficiência de P pode resultar em quebra ou defeitos nos ossos durante o processamento, causando a desclassificação da carcaça (BRENES et al., 2003). Baseado nos resultados apresentados nas Tabelas 3 e 4 tal afirmação pode ser relevante na produção de frangos *griller*, abatidos por volta dos 28 dias de idade, pois aos 42 dias de idade não houve diferença estatística para resistência óssea, independente dos níveis nutricionais utilizados no presente estudo, ingredientes utilizados e suplementação enzimática. Outro fator que possivelmente tenha influenciado a avaliação dos resultados aos 42 dias é o alto coeficiente de variação nesta variável (CV = 34,18), que pode comprometer a análise e interpretação dos dados. RUNHO et al., (2003), ao estudarem variações nas exigências de Pd nas fases de 22 a 42 dias e de 43 a 53 dias de idade, concluíram que houve diferenças para as características ósseas estudadas. POWELL et al (2008) não encontraram diferença na resistência à quebra de tíbias de aves mais velhas com redução nos níveis de cálcio e fósforo da ração aliado a suplementação de fitase. Os autores explicam o resultado obtido devido a redução nos níveis nutricionais não terem sido muito severas a ponto de deprimir o desenvolvimento ósseo das aves. O mesmo pode ter ocorrido nesse experimento, uma vez que a deposição mineral parece não ser muito sensível à inclusão de fitase, para os níveis nutricionais reduzidos, nos frangos que receberam dieta com farinha de carne e ossos.

O tratamento sem redução nos níveis nutricionais com ingredientes de origem animal (T4) depositou maior teor de cinzas nos ossos, superando os demais tratamentos com farinhas de origem animal (FOA) e o tratamento com redução nutricional sem adição de FOA aos 21 dias. Aos 42 dias, quando o trato gastrointestinal das aves está mais desenvolvido e possui maior capacidade de absorção dos minerais, não houve diferença no teor de cinzas dos ossos entre os tratamentos com inclusão de FOA. Nos tratamentos exclusivamente vegetais, a suplementação enzimática foi efetiva em ambas idades, igualando-se tanto ao tratamento vegetariano sem redução nutricional (T1) como ao tratamento com maior teor de cinzas. Isto se deve ao fato do fósforo presente em FOA ser de maior disponibilidade em comparação ao fósforo presente em ingredientes vegetais devido a presença ou não de fitato que por sua vez está diretamente ligado à atividade da fitase que é dependente do substrato específico. Os distúrbios na osteogênese causados pela deficiência ou indisponibilidade mineral resultam em problemas locomotores, causando redução da ingestão de alimento e agravando ainda mais o desempenho (ONYANGO et al., 2003). Não foi observada qualquer alteração nas características locomotoras das aves pertencentes ao T2 e T5, tampouco nas características de desempenho que possam estar associadas a esta avaliação.

Os menores níveis de Pd fornecidos nas dietas com farinha de carne foram suficientes para manter os teores de P nos ossos aos 42 dias, independente da inclusão da enzima. Houve um menor teor de Ca ( $P < 0,05$ ) nas tíbias dos frangos que consumiram dieta vegetal com redução dos níveis minerais, sem fitase (T2). Esta redução, porém não foi completamente recuperada com a inclusão de fitase na dieta (T3). Resultados semelhantes foram encontrados por OLIVEIRA et al. (2008), quando níveis decrescentes de fósforo disponível foram fornecidos na dieta de frangos de corte, mesmo mantendo constante o nível dietético de cálcio. PINTAR et al, (2005), também não verificaram efeito da inclusão de 500 e 1.000 FTU de fitase sobre os teores de Ca e P nas cinzas de tíbias de frangos aos 42 dias de idade.

**Tabela 4** – Resíduo mineral (RM), cálcio (Ca), fósforo (P), resistência óssea (Res), densidade (Dens) e índice de Seedor em tíbias de frangos de corte alimentados com dietas contendo ou não ingrediente de origem animal, com ou sem suplementação de fitase, aos 42 dias de idade

TRATAMENTOS	RM (%)	Ca (%)	P (%)	Res	Dens	Seedor
T1	41,86 <sup>a</sup>	16,25 <sup>a</sup>	7,65 <sup>a</sup>	29,18	0,532 <sup>a</sup>	0,080 <sup>a</sup>
T2	35,02 <sup>b</sup>	14,29 <sup>b</sup>	6,25 <sup>b</sup>	28,96	0,445 <sup>b</sup>	0,063 <sup>b</sup>
T3	39,24 <sup>a</sup>	15,06 <sup>ab</sup>	7,30 <sup>a</sup>	25,45	0,510 <sup>a</sup>	0,075 <sup>a</sup>
T4	41,58 <sup>a</sup>	15,88 <sup>ab</sup>	7,53 <sup>a</sup>	32,19	0,541 <sup>a</sup>	0,082 <sup>a</sup>
T5	38,85 <sup>a</sup>	16,41 <sup>a</sup>	7,08 <sup>a</sup>	32,06	0,475 <sup>ab</sup>	0,073 <sup>ab</sup>
T6	40,62 <sup>a</sup>	15,19 <sup>ab</sup>	7,59 <sup>a</sup>	36,64	0,506 <sup>a</sup>	0,076 <sup>a</sup>
P	0,001	0,002	0,001	0,403	0,002	0,001
CV (%)	6,17	6,77	5,75	34,18	9,53	9,84

Médias com letras distintas, na mesma coluna, são significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

P: probabilidade; CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média

T1 - ração vegetal sem inclusão de enzimas

T2 – ração vegetal com ajuste nos níveis de fósforo digestível (Pd), cálcio (Ca), Energia Metabolizável (EM) e lisina digestível (Ld);

T3 – ração vegetal com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Ld, com inclusão de fitase;

T4 – ração com ingrediente de origem animal (farinha de carne e ossos - 45% de PB), sem inclusão de enzima;

T5 - ração com ingrediente de origem animal, com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Ld;

T6 - ração com ingrediente de origem animal, com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Ld, com fitase;

Para T2, T3, T5 e T6 os níveis de redução foram de 0,13% de Pd, 0,1% de Ca, 45 Kcal/Kg de EM, 0,01% Ld.

O índice Seedor, proposto por SEEDOR (1995), serve como indicativo da densidade óssea, quanto maior o valor, mais denso é o osso. Entretanto, no presente estudo esse índice se mostrou confiável apenas para os ossos das aves com 42 dias de idade, onde os valores de Seedor foram condizentes com a densidade real dos ossos na análise de variância e para o teste de médias empregado nesse experimento. Para os ossos de 21 dias, os valores médios de Seedor diferiram das densidades médias encontradas nos mesmos ossos.

Na Tabela 5, estão apresentados os valores médios de fosfatase alcalina no sangue das aves alimentadas com as rações dos diferentes tratamentos analisados. A enzima fosfatase alcalina, liberada principalmente pelos osteoblastos para dentro da matriz óssea no processo de formação desta, tem facilidade de se difundir para o sangue e por isso é utilizada como um indicador da taxa de formação óssea. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) para o nível sérico de fosfatase alcalina das aves alimentadas com as diferentes dietas experimentais. Segundo BORSA et al 2006, que avaliaram o nível sérico dessa enzima em frangos de corte saudáveis com diferentes idades utilizando a mesma metodologia empregada nesse experimento, não há diferença na concentração enzimática no sangue

das aves com o passar da idade. Assim, o que impactou nos resultados dos parâmetros ósseos avaliados nesse experimento foram exclusivamente os tratamentos aos quais as aves foram submetidas.

**Tabela 5** – Nível sérico de fosfatase alcalina de frangos de corte aos 42 dias de idade.

TRATAMENTOS	FOSFATASE ALCALINA (UI/l)
T1	2212
T2	2079
T3	1613
T4	1612
T5	1630
T6	1827
P	0,259
CV	34,74

Médias com letras distintas, na mesma coluna, são significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

P: probabilidade; CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média

T1 - ração vegetal sem inclusão de enzimas

T2 – ração vegetal com ajuste nos níveis de fósforo digestível (Pd), cálcio (Ca), Energia Metabolizável (EM) e lisina total (Lt);

T3 – ração vegetal com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Lt, com inclusão de fitase;

T4 – ração com ingrediente de origem animal (farinha de carne e ossos - 45% de PB), sem inclusão de enzima;

T5 - ração com ingrediente de origem animal, com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Lt;

T6 - ração com ingrediente de origem animal, com ajuste nos níveis de Pd, Ca, EM e Lt, com fitase;

Para T2, T3, T5 e T6 os níveis de redução foram de 0,13% de Pd, 0,1% de Ca, 45 Kcal/Kg de EM, 0,01% Lt.

#### **4. CONCLUSÃO**

Nas condições experimentais utilizadas nesse estudo, a inclusão de fitase nas rações para frangos de corte melhorou a digestibilidade dos nutrientes, permitindo redução nos níveis nutricionais de fósforo disponível, cálcio, lisina digestível e energia metabolizável em 0,13%, 0,1%, 0,01% e 45kcal, respectivamente sem comprometer o desenvolvimento ósseo das aves.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEOLA, O., AND J. S. SANDS. Does supplemented dietary microbial phytase improve amino acid utilization? A perspective that it does not. **Journal Animal. Science.** 81(E. Suppl. 2):E78–E85. 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS -AOAC. **Official methods of the association of the agricultural chemists.** 16.ed. Washington, D.C.: 1995. 1230p.

BOLING, S. D. et al. The effects of citric acid on phytase-phosphorus utilization in young chicks and pigs. **Journal of Animal Science.**, v.78, n. 3, p. 682-689, 2000.

BOLING, S. D.; PETER, C.M.; DOUGLAS, M. W.; SNOW, J. L.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Efficacy of phytase for increasing protein efficiency ratio values of feed ingredients. **Poultry. Science.** v.80:1578–1584. 2001.

BORSA, A.; KOHAYAGAWA, A.; BORETTI, L.P.; SAITO, M.E.; KUIBIDA, K. Níveis séricos de enzimas de função hepática em frangos de corte de criação industrial clinicamente saudáveis. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** v.58 p.675-677. 2006

BRENES A.; VIVEIROS, A.; ARIJA, I. The effect of citric acid and microbial phytase on mineral utilization in broiler chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v.110, n.1-7, p.201-219, 2003.

BROZ, J.; OLDALE, P.; PERRIN-VOLTZ, A.-H.; RYCHEN, G.; SCHULZE, J.; SIMOES NUNES. C. Effect of supplemental phytase on performance and phosphorus utilisation in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. **British Poultry Science**, v. 35:273–280. 1994.

COWIESON, A.J., BEDFORD, M.R., SELLE, P.H. et. al. Phytate and microbial phytase: implications for endogenous nitrogen losses and nutrient availability. **World's Poultry Science Journal**, v.65, p.401-18, 2009.

COWIESON, A.J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M.R. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. **British Poultry Science**, 45:101, 2004.

COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H. Influence of dietary phytic acid and source of microbial phytase on ileal endogenous amino acid flows in broiler chickens. **Poultry Science**, 87:2287-2299, 2008.

DHANDU, A.S.; ANGEL, R. Broiler nonphytin phosphorus requirement in the finisher and withdrawal phases of a four phase feeding program. **Poultry Science**, v. 82, n. 8, p. 1257-1265, 2003.

EDWARDS, H.M., VELTMAN, J.R. 1983. The role of calcium and phosphorus in the etiology of tibial dyschondroplasia in young chicks. **Journal of Animal Nutrition**, v.13, n.8, p.1568-1575, 1983.

EMERSON, D.A.; ANTHONY, N.B.; FOSTER, D.N.; NESTOR, K.E. Nucleic Acid Concentrations and Ornithine Decarboxylase Activity in Tissues from Three Lines of Turkeys. **Poultry Science**, v. 76, p.217-226, 1997.

FERKET, P.R. Practical use of feed enzymes for turkeys and broilers. **Journal Applied of Poultry Research**, v.2, p.75-81, 1993.

GOMES, P.C.; LIMA, G.J.M.M.; GOMES, M.F.M.; BELLAVAR, C. Exigência de fósforo e sua disponibilidade nos fosfatos monoamônio e monocálcico para frangos de corte até 21 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22; n.5; p.755-763, 1993.

KOCABAGLI, N. The effect of dietary phytase supplementation at different levels on tibial bone characteristics and strength in broilers. **Turkish Journal of Veterinary Sciences**, v. 25, n. 5, p. 797-802, 2001.

KOCH, M.E.; MAHAN, D.C.; CORLEY, JR. An evaluation of various biological characteristics in assessing low phosphorus intake in weaning swine. **Journal of Animal Science**, v.59, n.6, 1546-1556, 1984.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP,1994.

MUNIZ, E. B.; ARRUDA, A. M. V.; FASSANI, E. J.; TEIXEIRA, A. S.; PEREIRA, E. S. Avaliação de fontes de cálcio para frangos de corte. **Revista Caatinga** , v.20, n.1, p.05-14, janeiro/março 2007

NAHAM, K.H. Efficient phosphorus utilization in poultry feeding to lessen the environmental impact of excreta. **World's Poultry Science Journal**, v.63, p.625-645, 2007.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger principles of biochemistry**. New York:Worth Publishers, 2000. 1152p.

NITSAN, Z. The development of digestive tract in posthatched chicks. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 10, 1995, Antalya. **Proceedings...** Antalya: World's Poultry Science Association:., p.21-28. p.38-46. 1995

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriment of poultry**. 9ed. Washingt: National Academy of Science, 1994. 156p.

OLANREWAJU H. A., THAXTON, J. P.; DOZIER W. A.; BRANTON, S. L Electrolyte Diets, Stress, and Acid-Base Balance in Broiler Chickens. **Poultry Science**, v.86, p.1363-1371, 2007.

OLIVEIRA, M.C.; MARQUES, R.H., GRAVENA, R.A.; BRUNO, L.D.G.; RODRIGUES, E.A.; MORAES, V.M.B. Qualidade óssea de frangos alimentados com dietas com fitase e níveis reduzidos de fósforo disponível. **Acta Scientiarum animal Science**, v. 30, n.3, p.263 – 268, 2008.

ONYANGO, E.M.; HESTER, P.Y., STROSHINE, R. ADEOLA, O. Bone densitometry as an indicator of percentage tibia ash in broiler chicks fed varying dietary calcium and phosphorus levels. **Poultry Science**, v. 82, n.11, p. 1787-1791, 2003.

PANDA, A.K.; RAO, S.V.R.; RAJU, M.V.L.N. Performance of broiler chickens fed low non phytate phosphorus diets supplemented with microbial phytase. **Journal of Poultry Science**, v. 44, n. 3, p. 258-264, 2007.

PINTAR, J.; BUJAN, M.; HOMEN, B.; GAZIĆ, K.; SIKIRIĆ, M.; ČERNY, T. Effects of supplemental phytase on the mineral content in tibia of broilers fed different cereal based diets. **Czech Journal of Animal Science**, v.50, n.2, p.68-73, 2005.

PIZZOLANTE, C.C. Estabilidade da Fitase e sua utilização na alimentação de frangos de corte. 2000. 117p. **Tese** (Doutorado em Nutrição de Monogástricos). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2000.

POWELL, S.; JOHNSTON, S.; GASTON, L.; SOUTHERN, L.L. The effect of dietary phosphorus level and phytase supplementation on growth performance, bone-breaking strength, and litter phosphorus concentration in broilers. **Poultry Science** v.87, p. 949–957, 2008

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

ROSTAGNO, H.S.; BARBARINO JR, P.; BARBOSA, W. Exigências nutricionais das aves determinadas no Brasil. In. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUINOS, 1996, Viçosa. **Anais...**Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.361-388.

ROSTAGNO, H.S.; SAKOMURA, N.K.; GOMES, P.C. Exigências nutricionais de fósforo e sua disponibilidade em fosfato de rocha e fosfato parcialmente desfluorinado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.17, n.3, p.249-257, 1988.

ROSTAGNO, H.S. Composição de alimentos e exigências nutricionais. (**Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**). Viçosa: UFV, 2005. 114p.

RUNHO, R.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.187-196, 2001.

RUNHO, R.C.; GOMES, P.C.; NASCIMENTO, A.H.; et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 e 43 a 53 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.187-196, 2003

RUTHERFURD, S. M., CHUNG, T. K.; MOREL, P.C.H.; MOUGHAN, P. J. Effect of Microbial Phytase on Ileal Digestibility of Phytate Phosphorus, Total Phosphorus, and Amino Acids in a Low-Phosphorus Diet for Broilers. **Poultry Science** 83:61–68. 2004.

RUTHERFURD, S. M.; CHUNG, T. K.; MOUGHAN, P. J. The effect of microbial phytase on ileal phosphorus and amino acid digestibility in the broiler chicken. **British Poultry Science**. 44:598–606. 2002

SCOTT, T. A.; BOLDAJI, F. Comparison of inert markers chromic oxide or insoluble ash (Celite) for determining apparent metabolizable energy of wheat – or barley-based broiler diets with or without enzymes. **Poultry Science**, v. 74, p.594-598, 1997.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R.; LAGUE, P. C. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and use of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. **Poultry Science**. 75:729–736. 1996

SEEDOR, J.G.. The biophosphanate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal Bone Minerals Research**., 4: 265-270, 1995

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. BRYDEN, W.L.; SCOTT, T.A. Influence of dietary phytate and exogenous phytase on amino acid digestibility in Poultry: A review. **Journal of Poultry Science**, 43:89, 2006.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. Review. **Animal Feed Science and Technology**. 135. 1-41, 2007.

TEJEDOR, A.A. Efeito da adição de enzimas em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30(3) p. 809-816, 2001.

WALDROUP, P.W.; KERSEY, J.H.; SALEH, E.A.; et al. Nonphytate phosphorus requirement and phosphorus excretion of broilers fed diets composed of normal or high available phosphate corn with and without microbial phytase. **Poultry Science**, v.79, p. 1451-1459. 2000

YAN, F.; ANGEL, R.; ASHWELL, C.; MITCHELL, A.; CHRISTMAN, M. Evaluation of the broiler's ability to adapt to an early moderate deficiency of phosphorus and calcium. **Poultry Science**, v.84, p.1232-2141, 2005.

YAN, F.; KERSEY J.H.; FRITTS, C.A.; WALDROUP, P.W. Phosphorus requirements of broiler chicks six to nine weeks of age as influenced by phytase supplementation. **Poultry Science**, v.82, p.294-300, 2003.

YAN, F.; KERSEY J.H.; FRITTS, C.A.; WALDROUP, P.W. Phosphorus requirements of broiler chicks three to six weeks of age as influenced by phytase supplementation. **Poultry Science**, v.80, p.455-459, 2001.

## **CAPÍTULO IV – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O constante crescimento da produção avícola mundial deve-se ao desenvolvimento e implantação de novas tecnologias que surgem ao longo das décadas nos diferentes segmentos da avicultura. Parte do crescimento do setor avícola se deve ao melhoramento genético das aves e com isso a demanda por nutrientes desses animais também se modificou ao longo do tempo. Assim, a contribuição da nutrição no desenvolvimento desses animais é de suma importância, pois além de ser a parte mais onerosa da criação de frangos de corte, com por meio da ração que as aves recebem os nutrientes dos quais necessitam para se manter vivos e produzirem alimentos à população.

Entretanto, devemos lembrar que ao mesmo tempo em que a atividade avícola produz alimentos, esta gera um volume considerável de dejetos que, dependendo do destino desse resíduo, pode afetar negativamente o meio ambiente cujo qual a população também é dependente assim como a alimentação. Ou seja, a produção animal como um todo deve buscar modelos sustentáveis que aliem a preservação do ambiente com desempenho zootécnico sem afetar a lucratividade da criação.

Deste modo, devemos buscar alternativas dentro da nutrição animal que visem o bom desenvolvimento produtivo dos animais minimizando o impacto ambiental da atividade. Sendo assim, a presente dissertação avaliou o efeito da adição de fitase em dietas contendo ingrediente de origem animal ou não sobre o desempenho zootécnico, características ósseas de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e o potencial poluente da atividade avícola.

A utilização de fitases em dietas de frangos tem se mostrado um importante recurso nutricional no combate à poluição ambiental causada pela avicultura, pois desativa um fator antinutricional como fitato e reduz a quantidade de nutrientes excretados no ambiente. A eficácia da enzima fitase já está bem consolidada na literatura tanto na liberação de fósforo para o animal quanto na redução do impacto ambiental, no entanto, as pesquisas com essa enzima têm dado pouco enfoque quando da suplementação enzimática em dietas com menor concentração de fitato, com ingredientes de origem animal, e muito menos na interação desses fatores no ponto de vista ambiental. Porém, pensando na realidade das agroindústrias, isso é fundamental visto que maioria das rações para aves utilizam subprodutos de origem animal em sua composição e no presente estudo ficou demonstrado que a utilização da fitase permite promover mudanças significativas na formulação de rações, proporcionando possíveis economias no setor avícola, reduzindo os

problemas ambientais com relação as quantidades de nutrientes excretados no meio ambiente sem afetar o desempenho zootécnico dos animais.