

**UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**AVALIAÇÃO DE ALTAS CONCENTRAÇÕES DE FITASE NA RAÇÃO  
DE SUÍNOS DESDE O DESMAME ATÉ O ABATE**

**GABRIELA OLIVEIRA GAMA**

**VILA VELHA-ES  
FEVEREIRO/2016**

**UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**AVALIAÇÃO DE ALTAS CONCENTRAÇÕES DE FITASE NA RAÇÃO  
DE SUÍNOS DESDE O DESMAME ATÉ O ABATE**

Dissertação apresentada a Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa Pós-graduação em Ciência Animal, para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

**GABRIELA OLIVEIRA GAMA**

**VILA VELHA-ES**  
**FEVEREIRO/2016**

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

G184a Gama, Gabriela Oliveira.  
Avaliação de altas concentrações de fitase na ração de suínos desde o desmame até o abate / Gabriela Oliveira Gama – 2016.  
38 f.: il.

Orientadora: Douglas Haese.  
Dissertação (mestrado em Ciência Animal)  
Universidade Vila Velha, 2016.  
Inclui bibliografias.

1. Suíno - Alimentação. 2. Suíno – Nutrição. 3. Ração.  
I. Haese, Douglas. I. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 636.4084

**GABRIELA OLIVEIRA GAMA**

**AVALIAÇÃO DE ALTAS CONCENTRAÇÕES DE FITASE NA RAÇÃO  
DE SUÍNOS DESDE O DESMAME ATÉ O ABATE**

Dissertação apresentada a Universidade  
Vila Velha como pré-requisito do  
Programa Pós-graduação em Ciência  
Animal, para obtenção do grau de Mestre  
em Ciência Animal.

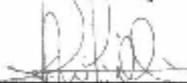
Aprovada em 29 de fevereiro de 2016.

Banca Examinadora:



---

**Prof. Dr. Elcio das Graça Lacerda (IFES)**



---

**Prof. Dr. João Luiz Kill (CTA)**



---

**Prof. Dr. Douglas Haese (UVV)**

**Orientador**

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Composição das rações basais (controle) dentro de cada fase de criação.....	23
<b>Tabela 2:</b> Avaliação do desempenho dentro de cada fase de criação de suínos alimentados com rações contendo diferentes concentrações de fitase.....	26
<b>Tabela 3:</b> Avaliação dos parâmetros sanguíneos, carcaça e qualidade de carne.....	28

## LISTA DE ABREVIATURAS

**AOL**= área olho-de-lombo

**ATP**= adenosina trifosfato

**Ca**= cálcio

**CCMB**= método brasileiro de classificação de carcaça

**CTA**= centro de tecnologia animal

**DNA**= ácido desoxirribonucleico

**EDTA**= etilenodiaminotetracetato

**FA**= fosfatase alcalina

**Ht**= hematócrito

**IP**= ácido fítico

**Kg**= quilogramas

**m**= metro

**ml**= mililitro

**mm**= milímetro

**n**= número

**P**= fósforo

**Ph**= potencial hidrogênio

**PMLD**= profundidade do músculo *longuíssimo dorsi*

**PP**= fósforo fítico

**RC**= rendimento carcaça

**RCM**= rendimento de carne magra

**rpm**= rotação por minuto

**SAEG**= sistema para análise estatística e genética

**UC**= última costela

**UFT**= unidade formadora de colônia

**UFV**= universidade federal de viçosa

**UL**= linha dorso-lombar

**VCM**= volume corpuscular médio

## **DEDICATÓRIA**

A minha mãe Luzia Alves por toda ajuda e incentivo durante a minha vida e principalmente nessa caminhada. Sem você esse sonho não se tornaria realidade.

Ao meu filho Carlos Henrique, que esteve presente desde o início dessa trajetória ainda no meu ventre, caminhando comigo rumo ao aperfeiçoamento.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por permitir alcançar esse objetivo.

Ao professor Dr Douglas Haese pela orientação e parceria durante o projeto.

Ao Centro de Tecnologia Animal – CTA, pela disposição para a realização da pesquisa.

A Universidade de Vila Velha do Espírito Santo, pela realização das análises bioquímicas e hematológicas das amostras.

Aos funcionários do CTA e parceiros, envolvidos no tratamento, coleta e abate dos animais durante o experimento.

Ao Carlos Henrique Pedroni, por permanecer ao meu lado durante tantos anos.

A família Pedroni de Oliveira, incentivar a realização desse sonho. Em especial a Bianca Pedroni e Leticia Pedroni que participaram diretamente da execução deste trabalho.

Aos meus companheiros de trabalho da Universidade Federal do Espírito Santo HUCAM e Planeta Animal, pelo incentivo e torcida.

Aos meus clientes, pela paciência.

Ao professor João Luiz Kill, por permitir a realização da pesquisa no espaço do Centro de Tecnologia Animal.

Ao professor Ismail Ramalho Haddade, por toda ajuda e atenção.

Ao professor Élcio das Graça Laceda, pela oferta de ajuda e disponibilidade de tempo.

“Nunca permita que alguém corte suas  
asas,  
estreite seus horizontes e tire as estrelas de  
teu céu.

Nunca deixe que teu medo seja maior que  
a tua vontade de voar.

O valor da vida está nos sonhos que  
lutamos para conquistar.”

(Autor desconhecido)

## RESUMO

GAMA, Gabriela Oliveira, M.SC., Universidade Vila Velha – ES, Fevereiro de 2016.

**Avaliação de altas concentrações de fitase na ração de suínos desde o desmame até o abate.** Orientador: Douglas Haese.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito extra fosfórico da fitase em rações para suínos do desmame ao abate, selecionados para deposição de carne, sobre os parâmetros de desempenho, sanguíneos e características de carcaça. Foram usados 64 suínos híbridos comerciais (32 machos castrados e 32 fêmeas; peso médio inicial:  $7,701 \pm 1,78\text{kg}$ ; idade: 21-130 dias). Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados com quatro tratamentos, oito repetições e dois animais por unidade experimental (um macho e uma fêmea). O período experimental foi dividido em seis fases, sendo que para cada fase foi formulada uma ração basal (nutricionalmente equilibrada) e outras três rações, obtidas pela redução de 0,150 e 0,165 pontos percentuais de fósforo disponível e cálcio, respectivamente, com adição de 1000, 1500 e 2000 unidades de fitase ( $\text{UFT kg}^{-1}$ ). Os tratamentos não influenciaram os valores de desempenho em nenhuma das fases avaliadas. A inclusão de  $1000 \text{ UFT kg}^{-1}$  de ração foi suficiente para disponibilizar o fósforo e o cálcio necessário para manter o desempenho semelhante à ração nutricionalmente equilibrada. Não houve efeito dos tratamentos sobre as características de carcaça e valores de hematócrito, fosfatase alcalina, cálcio e fósforo sérico. A inclusão de  $1000 \text{ UFT kg}^{-1}$  de ração promove a liberação do P e Cálcio necessários para atender as exigências de desempenho, parâmetros sanguíneos e características de carcaça de valores de hematócrito, fosfatase alcalina, cálcio e fósforo sérico. A inclusão de  $1000 \text{ UFT kg}^{-1}$  de ração promove a liberação do P e Cálcio necessários para atender as suínos de alto potencial genético. A maior inclusão de fitase ( $2000 \text{ UFT kg}^{-1}$  de ração) não foi suficiente para promover o efeito extra fosfórico sobre os animais.

**Palavras-chave:** enzima, fitase, suínos, fósforo

<sup>I</sup>Programa de Mestrado em Ciência Animal, Universidade Vila Velha (UVV), 29102-606, Vila Velha, ES, Brasil. E-mail: douglas.haese@uvv.br. \*Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Centro de Tecnologia Animal (CTA), Domingos Martins, ES, Brasil

<sup>III</sup>Instituto Federal do Espírito (IFES), Santa Teresa, ES, Brasil

<sup>IV</sup>Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, Brasil.

## **ABSTRACT**

GAMA, Gabriela Oliveira, M.Sc., University Vila Velha - ES February 2016.

**Evaluation of high concentrations of phytase in the diet of pigs from weaning to slaughter.** Advisor: Douglas.

The aim of the study was to evaluate the inclusion of high levels of phytase in diets for pigs of high genetic potential, from weaning to slaughter on performance parameters, blood and carcass characteristics. They were used 64 crossbred pigs (32 barrows and 32 females; average weight:  $7,701 \pm 1,78\text{kg}$ ; age: 21-130 days). The animals were distributed in a randomized block design with four treatments, eight replicates and two animals per experimental unit (one male and one female). The trial was divided into six phases, with each phase was formulated a basal diet (nutritionally balanced) and three diets obtained by reduction of 0.150 and 0.165 phosphorus percentage points available and calcium, respectively, with the addition of 1000, 1500 and 2000 units of phytase (FTU  $\text{kg}^{-1}$ ). Treatments did not affect performance values in any of the evaluated phases. The inclusion of 1000 FTU  $\text{kg}^{-1}$  of diet was sufficient to provide calcium and phosphorous required for maintaining performance similar to nutritionally balanced feed. There was no treatment effect on carcass characteristics and hematocrit values, alkaline phosphatase, calcium and serum phosphorus. Including 1000 FTU  $\text{kg}^{-1}$  feed promotes the release of P and Ca phytic required to meet the performance requirements, blood parameters and carcass characteristics of high genetic potential swine. The largest inclusion of phytase (FTU 2000  $\text{kg}^{-1}$  of diet) was not sufficient to promote phosphoric extra effect on the animals

**Key Words:** enzyme, phytase, swine, phosphorus

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
2.1 <i>O fósforo na nutrição animal.....</i>	<b>13</b>
2.2 <i>Fitato.....</i>	<b>14</b>
2.3 <i>Suplementação de fósforo.....</i>	<b>14</b>
2.4 <i>Impacto ambiental causado pelo fósforo contido nas fezes de suínos.....</i>	<b>15</b>
2.5 <i>Enzima fitase.....</i>	<b>16</b>
<b>3 TRABALHO CIENTÍFICO.....</b>	<b>19</b>
<b>4 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre as enzimas exógenas, a fitase merece destaque devido à limitada capacidade dos animais monogástricos em utilizar o fósforo fítico e suas consequências sobre o custo da ração, ambiente, e digestibilidade de minerais e proteínas (MAENZ, 2000; ADEOLA & SANDS, 2003; DILGER et al., 2004).

O fósforo fítico (PP) é a principal forma de armazenamento de fósforo (P) em cereais e sementes oleaginosas (ADEOLA & SANDS, 2003; TAMIM et al., 2004) e representa de 60% a 80% do seu conteúdo total de P (CABAHUG et al., 1999). Sendo assim, o fósforo fítico assume uma importância considerável na nutrição visto que as rações para suínos são compostas essencialmente por fontes de origem vegetal.

Deve-se ressaltar que, na maioria dos casos, as dietas para suínos com base em ingredientes de origem vegetal apresentam níveis adequados de P para atender suas exigências nutricionais, desde que o PP seja liberado da molécula de ácido fítico (IP6) como P inorgânico biodisponível (ANGEL et al., 2002), no entanto, animais monogástricos não apresentam uma quantidade de fitase endógena suficiente para degradar eficientemente o PP da dieta (ADEOLA & SANDS, 2003; DILGER et al., 2004), limitando essa degradação a apenas 20 - 30% (ADEOLA & COWIESON, 2011). Em função desta indisponibilidade do PP, fontes inorgânicas são adicionadas à ração para satisfazer às exigências nutricionais, o que resulta em dietas com níveis de P total muito acima do necessário (BEDFORD, 2000; ANGEL et al., 2002).

Historicamente, a enzima fitase sempre foi vista simplesmente como um substituto eficaz em termos de custo benefício para as fontes de fósforo inorgânicas, no entanto, evidências recentes apontam que esta visão não reflete sua mais importante função que é a remoção do IP6 reativo da dieta, minimizando a entrada de IP5, IP4 e IP3 no duodeno (ADEOLA & COWIESON, 2011; DOESCHATE et al., 2013).

O mecanismo de ação da fitase consiste em transferir o substrato do grupo fosfato para ela e repassar dela para a água. Após esse processo de hidrólise ocorre a formação de cinco classes de fosfato (mio-inositol penta, tetra, tri, bi e monofosfato) e

libera o fosfato orgânico contido no fitato, além de todos os outros componentes que estavam quelados à sua estrutura (CANIATTO, 2011).

Normalmente, as doses comerciais padrão de fitase variam de 500 a 750 UFT  $\text{kg}^{-1}$  de ração e liberam, aproximadamente, de 0,05 e 0,15% de P digestível (ADEOLA & COWIESON, 2011). Valores superiores aos usuais podem eliminar os fatores antinutricionais pela completa degradação do fitato solúvel da dieta, sendo os benefícios descritos como fatores extra fosfóricos, ou seja, além da simples liberação do P e Ca. Segundo Gehring et al. (2013) o efeito extra fosfórico da fitase sobre o desempenho dos animais pode ser alcançado com altas concentrações, embora o seu efeito não seja completamente compreendido. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito extra fosfórico da fitase em rações para suínos do desmame ao abate, selecionados para deposição de carne, sobre os parâmetros de desempenho, sanguíneos e características de carcaça.

## 2 REVISÃO LITERATURA

### 2.1 O fósforo na nutrição animal

Dentre os nutrientes minerais que são suplementados na ração de suínos, o fósforo é um dos mais caros, sendo ele responsável por agregar maior valor de produção às rações (RUNHO et al., 2001).

O fósforo é um mineral classificado como um macronutriente, sendo ele imprescindível para o bom desenvolvimento do organismo através da sua participação em diferentes atividades bioquímicas e fisiológicas como componente para o desenvolvimento do metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídeos, além de ser um dos componentes do ATP (trifosfato de adenosina), ácidos nucleicos e fosfolipídeos de membrana. É um dos agentes no controle do equilíbrio ácido-básico (sistema tampão) e da excreção dos íons hidrogênio pelos rins. Participa como componente estrutural do esqueleto, na homeostasia do cálcio, além de colaborar com a síntese do colágeno e na utilização das vitaminas (MOREIRA et al., 2009).

O fósforo é encontrado na maioria dos vegetais que são utilizados para formular as rações, porém, a sua biodisponibilidade, não atende as necessidades do organismo dos suínos. O fósforo nos vegetais encontra-se em torno de 45% a 86% dependendo do tipo de cereal que se utiliza na dieta animal e é encontrado na forma de moléculas de fitato que apresentam baixa disponibilidade do fósforo para os monogástricos, uma vez que se encontra complexado e indisponível a maioria dos animais monogástricos. Sendo que, apenas 30% do fósforo fítico está disponível (MOREIRA et al., 2009; VIEIRA, 2010). Além do mais, os monogástricos como aves e suínos apresentam uma produção insuficiente da enzima fitase que é responsável por fazer a liberação do fósforo fítico para que ele seja absorvido, mas é importante destacar que a capacidade de aproveitar o fósforo fítico aumenta gradualmente com o passar da idade, devido provavelmente à maior concentração da quantidade da enzima fitase presente no intestino dos animais mais velhos (FIGUEIRÊDO, et al., 2000; PAULA, E.F. E., et al., 2009).

O suíno é um animal monogástrico que possui o trato digestivo relativamente pequeno, com baixa capacidade de armazenamento. Tem alta eficiência na digestão dos alimentos e no uso de produtos da digestão, necessitando de dietas bastante concentradas e balanceadas. Por isso o principal objetivo da nutrição de suínos é

maximização do ganho de carne magra na carcaça, sendo um ponto chave o estabelecimento de padrões de exigências nutricionais dos animais (DANTAS, 2005).

## *2.2 Fitato*

As plantas durante o seu processo de desenvolvimento, deslocam minerais contidos no solo para si próprias sendo que no período de maturação do grão ocorre a translocação desses elementos para as sementes. O fósforo é armazenado neste momento na forma de ácido fítico (LÜDKE et al., 2000).

De acordo com Lüdke et al., (2000) o fósforo encontrado nos vegetais é nomeado como fitato ou fósforo fítico, ele é um dos componentes da molécula de ácido fítico (hexa-fosfato de inositol).

O fitato é classificado como um fator anti-nutricional, pois o seu grupo ortofosfato é altamente ionizável assumindo a função de quelante, sendo capaz de se ligar a proteínas, aminoácidos, cátions bivalentes, minerais ocasionando a formação de complexos insolúveis. Quando consumidos, reduzem a digestibilidade dos alimentos através da interferência da absorção ou utilização dos nutrientes. Ele também tem ações sobre algumas enzimas e influencia diretamente no uso adequado do fósforo, reduzindo assim a sua biodisponibilidade nutricional (BENEVIDES et al., 2011; TEJETOR et al., 2001, RODRIGUES, 2009).

Esse fator anti-nutricional nos alimentos de origem vegetal causado pelo fitato contribui para que os não-ruminantes, excretem fezes com altas concentrações de fósforo fítico (LÜDKE et al., 2000).

## *2.3 Suplementação de fósforo*

Devido ao reduzido aproveitamento do fósforo contido nos alimentos de origem vegetal utilizado nas rações para suínos ser reduzido, esse mineral deve ser suplementado por meio de fontes inorgânicas de P, porque a deficiência pode levar a quadros de reabsorção óssea, elevação do fósforo plasmático e perdas endógenas e urinárias. Porém o excesso de suplementação pode ocasionar perdas desse mineral nas fezes dos suínos (BELLAYER et al., 1995; MOREIRA et al., 2009).

Existem diferentes fontes de fósforo inorgânicas que podem ser utilizados para suplementar as rações os animais monogástricos. Dentre elas temos: fosfato bicálcico, fosfato monobicálcico, superfosfato triplo, superfosfato simples, fosfato de rocha. O superfosfato simples é uma das fontes de menor impacto ambiental quando despresado nas fezes, tem a maior biodisponibilidade e melhor metabolização pelos suínos. entre as diferentes fontes para suplementação de P nas rações, o mais utilizado comercialmente é o fosfato bicálcico. Não foi observada diferenças significativas no desenvolvimento de suínos na fase de crescimento e terminação que ingeriram ração com fontes diferentes de suplementos de fósforo (BÜNZEN et al., 2008; MOREIRA et al., 2009).

Tendo em vista que o fósforo é o terceiro nutriente mais oneroso em dietas de suínos depois dos carboidratos e proteínas a sua suplementação por meio de fontes inorgânicas, tem sido amplamente repensada pois, além de ser de alto custo aquisitivo também provoca um grande impacto ambiental (PAULA, E.F. E., et al., 2009) .

#### *2.4 Impacto ambiental causado pelo fósforo contido nas fezes de suínos*

A partir da década de 70, a suinocultura deixou de ser uma atividade familiar desenvolvida apenas por pequenas propriedades rurais para se tornar uma atividade desenvolvida em escala industrial. Até esse determinado momento a produção de dejetos dos suínos eram incorporados no solo das propriedades produtoras como uma forma de adubação devido à pequena quantidade produzida. O dejetos dos suínos é composto por fezes, urina, água desperdiçada pelos bebedouros e para processos de higienização, resíduos de ração, pelos, poeira e outros componentes devido ao processo de criatório. Porém, devido ao crescimento significativo do rebanho houve conseqüentemente uma maior produção desses dejetos, passando assim, a se tornar impossível o emprego total dele no solo das propriedades produtoras de suínos (MACCARI A. P., 2014, 2005; KUNZ et al., 2005).

Devido a pequena ou total ausência da enzima fitase produzida pelos não-monogástricos e a condição anti-nutricional em que o fósforo vegetal é encontrado nas rações de suínos isso provoca uma elevada eliminação de fósforo nas fezes desses animais (BÜNZEN et al., 2008 e LÜDKE et al., 2000).

O excesso de fósforo contido nas fezes de suínos é um dos maiores causadores de poluição ambiental, principalmente dos recursos hídricos onde é caracterizado como agente primordial dos processos de eutrofização dos rios e lagos.

O fósforo em quantidades excessivas é um dos responsáveis pela poluição ambiental, principalmente de recursos hídricos. Quando em contato com o solo ultrapassa a capacidade de filtração e retenção desse nutriente, passando a contaminar o solo e águas. Assim, ele pode avançar para as águas subterrâneas (lençóis freáticos) ou superficiais, desencadeando a eutrofização. Durante esse processo ocorre o crescimento exagerado de algas aquáticas que utilizam o oxigênio dissolvido na água limitando assim a sobrevivência de seres aquáticos como peixes, crustáceos e outros (KUNZ et al., 2005; LORA et al., 2007; LUDKE et al., 2000).

O debate sobre os impactos causados pelas criações intensivas sobre o meio ambiente tem-se tornado frequente. Na União Européia já foram criadas leis que normatizam a poluição ambiental causada por esse tipo de criação. No Brasil, essa preocupação também é real e faz com que os pesquisadores busquem e desenvolvam novas alternativas que reduzam o impacto causado por esses poluentes (LORA et al. 2007).

Com base nesses diferentes fatores os nutricionistas e fabricantes de ração para monogástricos de interesse zootécnico passaram a buscar alternativas que façam com que as rações atendam as necessidades nutricionais sem que excedam as demandas exigidas de cada categoria animal afim de, melhorar o valor nutritivo dos cereais e conseqüentemente a produção zootécnica e reduzir o impacto ambiental causado pelos dejetos (BOCK et al., 2006).

## *2.5 Enzima fitase*

Apesar dos aditivos enzimáticos não desempenharem função direta sobre função dos nutrientes eles colaboram com o desempenho do processo de digestivo, melhorando a digestibilidade dos nutrientes (PAULA, E.F. E., et al., 2009).

Dentre as alternativas aderidas na busca para melhor aproveitamento dos nutrientes a adição de complexos enzimáticos exógenos nas rações tem sido uma das mais empregadas. Entre as enzimas exógenas adicionadas aos alimentos

formulados pelas indústrias para animais temos: pentosanases, beta-glucanase, xilanas, fitases e outras (RODRIGUES, 2002).

A fitase eleva a disponibilidade de vários minerais como o fósforo, cobre, ferro, magnésio e zinco sendo de extremo interesse na suinocultura a redução da suplementação mineral e vitamínica aumento o custo efetivo na formulação das rações, sendo a alimentação responsável por 70% dos custos de produção (ALMEIDA et al., 2006; FILHO et al., 2014).

Foi identificado um melhor desempenho em suínos que consumiram ração à base de milho com adição de complexo enzimático. Esses animais tiveram melhora na digestibilidade do nutriente e os valores energéticos. (RODRIGUES et al., 2002).

Segundo Lüdke et al., (2000) foi observado um maior ganho de peso e melhor conversão alimentar em suínos que consumiram ração a base de farelo de soja com adição de fitase e redução de suplementos protéicos, indicando uma maior disponibilidade do fósforo fítico e também de uma possível liberação dos aminoácidos ligados a molécula de ácido fítico.

O mecanismo de ação da fitase consiste em transferir o substrato do grupo fosfato para ela e repassar dela para a água. Após esse processo de hidrólise ocorre a formação de cinco classes de fosfato (mio-inositol penta, tetra, tri, bi e monofosfato) e libera o fosfato orgânico contido no fitato, além de todos os outros componentes que estavam quelados à sua estrutura (CANIATTO, 2011).

A fitase exógena no início da sua produção industrial, era obtida através do processo que englobava fermentação, separação da biomassa, filtração, padronização, e controle de qualidade a partir dos fungos *Aspergillus niger*, *Aspergillus ficum*, *Penicillium sp* e leveduras do gênero *Saccharomyces*. A partir de 1980, ela passou a ser produzida por meio da técnica de recombinação DNA. (MOREIRA et al., 2004, FILHO et al., 2014).

O potencial de ação da enzima fitase pode sofrer alterações devido ao quantidade de fósforo total e disponível da dieta, pela quantidade utilizada da enzima para a suplementação, pelo nível de vitamina D e pela relação cálcio e fósforo, Ph, umidade, temperatura, influência de certos minerais, ação de outras enzimas, período do trânsito gastrointestinal e até mesmo pelo processo de fabricação da ração (LÜDKE et al, 2000; OLIVEIRA, 2010).

Foram fornecidos diferentes níveis (0, 250, 500 e 750 FTU/Kg) de fitase para suínos em crescimento e constatou que independente do nível de fitase na ração, todos os suínos que consumiram ração suplementada obtiveram melhora na sua conversão alimentar, mas que o nível de 750<sup>o</sup>-FTU/Kg favoreceu uma maior redução no teor de uréia no plasma (FIALHO et al., 2004).

Foi descrito um decréscimo na excreção de N e P das fezes de suínos em fase de crescimento com redução no fornecimento de proteínas e suplementados com fitase, levando uma redução de 8,5% nos níveis de N e 37% nos de P. Isso resulta em menores preços para comercialização das rações e um menor impacto ambiental causado por estes dejetos (LORA et al., 2007).

Foi realizado um estudo sobre a avaliação da adição de fitase em rações para suíno na fase de crescimento que houve uma redução dos níveis de fósforo total de 0,58% para 0,35% considerando que a fitase exógena é capaz disponibilizar 100% do P fítico presente nos vegetais e grão utilizados na formulação do alimento analisado, além de conseguir reduzir em 33% a adição de fósforo bicálcico que é adicionado nas rações para suplementar o fósforo necessário para o suprimento das necessidades nutricionais (LIMA et al., 2016).

Componentes vegetais com alta concentração de fitato utilizados para produção de ração de suínos na fase de terminação foram avaliados após a suplementação de fitase exógena. Constatando-se melhoras na conversão alimentar, mantendo as características e qualidade da carcaça além, de reduzir os níveis de fósforo eliminados nas fezes quando avaliou a adição de fitase na ração na fase de terminação e produzindo assim um menor impacto ambiental devido a redução de P fecal (LOZANO et al., 2011).

### 3 TRABALHO CIENTÍFICO

Efeito extra fosfórico da fitase em rações para suínos

**Gabriela Oliveira Gama<sup>I</sup>, Douglas Haese<sup>I\*</sup>, João Luís Kill<sup>II</sup>, Ismail Ramalho Haddade<sup>III</sup>, Élcio das Graças Lacerda<sup>VI</sup>, Nielton Cezar Ton<sup>I</sup>, Wendius Henrique Lucas<sup>I</sup>, Evandro Ferreira Cardoso<sup>IV</sup>, Guilherme Rodrigues Thompson<sup>I</sup>**

#### RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito extra fosfórico da fitase em rações para suínos, selecionados para deposição de carne, do desmame ao abate sobre os parâmetros de desempenho, sanguíneos e características de carcaça. Foram usados 64 suínos híbridos comerciais (32 machos castrados e 32 fêmeas; peso médio inicial:  $7,701 \pm 1,78\text{kg}$ ; idade: 21-130 dias). Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados com quatro tratamentos, oito repetições e dois animais por unidade experimental (um macho e uma fêmea). O período experimental foi dividido em seis fases, sendo que para cada fase foi formulada uma ração controle (nutricionalmente equilibrada) e outras três rações, obtidas pela redução de 0,150 e 0,165 pontos percentuais de fósforo disponível e cálcio, respectivamente, e adição de 1000, 1500 e 2000 unidades de fitase ( $\text{UFT kg}^{-1}$ ). Os tratamentos não influenciaram os valores de desempenho em nenhuma das fases avaliadas. A inclusão de  $1000 \text{ UFT kg}^{-1}$  de ração foi suficiente para disponibilizar fósforo e o cálcio necessário para manter o desempenho semelhante à ração controle. Não houve efeito dos tratamentos sobre as características de carcaça e valores de hematócrito, fosfatase alcalina, cálcio e fósforo sérico. A inclusão de  $1000 \text{ UFT kg}^{-1}$  de ração promove a liberação do P e Ca fitico necessários para atender as exigências de desempenho, parâmetros sanguíneos e características de carcaça de suínos de alto potencial genético. A maior inclusão de fitase ( $2000 \text{ UFT kg}^{-1}$  de ração) não foi suficiente para promover o efeito extra fosfórico sobre os animais.

**Palavras-chave:** desempenho, enzima, hemograma, mineral.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to assess the effects of extra phosphoric phytase in the diets of swines of weaning to slaughter, selected for lean deposition, on the bone performance, blood count, and carcass parameters. A total of 64 commercial hybrid pigs (32 castrated males and 32 females; mean initial weight:  $7.701 \pm 1,78$ kg; age: 21-130 days) were used. Animals were distributed into a randomized block design with four treatments, eight replicates, and two animals (one male and one female) per experimental unit. Experimental period was divided into six phases, and each phase was formulated with a basal diet (nutritionally balanced) and other three diets obtained by reduction of 0.150 and 0,165 percents of available phosphorus and calcium, respectively, and addition 1000, 1500 and 2000 phytase units (FTU  $\text{kg}^{-1}$ ). The treatments not influenced the values of performance in any phase. The inclusion of 1000 FTU  $\text{kg}^{-1}$  was sufficient to released phosphorus and calcium needs to sustain performance like the feed basal. The treatments not influenced the carcass characteristics, and values of blood count, alkaline phosphatase, calcium and serum phosphorus. The inclusion of 1000 UFT  $\text{kg}^{-1}$  in the feed resulted in released of P and Ca phytic needed to attend the requirements for performance, blood parameters and carcass characteristics at swine of high genetic potential. The highest phytase inclusion (2000 UFT  $\text{kg}^{-1}$ ) was not sufficient for promote the extra phosphoric effect on animals.

**Key Words:** performance, enzyme, blood count, mineral

## Introdução

Dentre as enzimas exógenas, a fitase merece destaque devido à limitada capacidade dos animais monogástricos em utilizar o fósforo fítico e suas consequências sobre o custo da ração, ambiente, e digestibilidade de minerais e proteínas (MAENZ, 2000; ADEOLA & SANDS, 2003; DILGER et al., 2004). O fósforo fítico (PP) é a principal forma de armazenamento de fósforo (P) em cereais e sementes oleaginosas (ADEOLA & SANDS, 2003; TAMIM et al., 2004) e representa

de 60% a 80% do seu conteúdo total de P (CABAHUG et al., 1999). Sendo assim, o fósforo fítico assume uma importância considerável na nutrição visto que as rações para suínos são compostas essencialmente por fontes de origem vegetal.

Deve-se ressaltar que, na maioria dos casos, as dietas para suínos com base em ingredientes de origem vegetal apresentam níveis adequados de P para atender suas exigências nutricionais, desde que o PP seja liberado da molécula de ácido fítico (IP6) como P inorgânico biodisponível (ANGEL et al., 2002), no entanto, animais monogástricos não apresentam uma quantidade de fitase endógena suficiente para degradar eficientemente o PP da dieta (ADEOLA & SANDS, 2003; DILGER et al., 2004), limitando essa degradação a apenas 20 - 30% (ADEOLA & COWIESON, 2011). Em função desta indisponibilidade do PP, fontes inorgânicas são adicionadas à ração para satisfazer às exigências nutricionais, o que resulta em dietas com níveis de P total muito acima do necessário (BEDFORD, 2000; ANGEL et al., 2002).

Historicamente, a enzima fitase sempre foi vista simplesmente como um substituto eficaz em termos de custo benefício para as fontes de fósforo inorgânicas, no entanto, evidências recentes apontam que esta visão não reflete sua mais importante função que é a remoção do IP6 reativo da dieta, minimizando a entrada de IP5, IP4 e IP3 no duodeno (ADEOLA & COWIESON, 2011; DOESCHATE et al., 2013).

Normalmente, as doses comerciais padrão de fitase variam de 500 a 750 UFT  $\text{kg}^{-1}$  de ração e liberam, aproximadamente, de 0,05 e 0,15% de P digestível (ADEOLA & COWIESON, 2011). Valores superiores aos usuais podem eliminar os fatores antinutricionais pela completa degradação do fitato solúvel da dieta, sendo os benefícios descritos como fatores extra fosfóricos, ou seja, além da simples liberação do P e Ca. Segundo GEHRING et al. (2013) o efeito extra fosfórico da fitase sobre o desempenho dos animais pode ser alcançado com altas concentrações, embora o seu efeito não seja completamente compreendido. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito extra fosfórico da fitase em rações para suínos, selecionados para deposição de carne, do desmame ao abate sobre os parâmetros de desempenho, sanguíneos e características de carcaça.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na granja experimental do Centro de Tecnologia Animal – CTA, localizado no distrito de Paraju, município de Domingos Martins/ES. Foram utilizados 64 suínos mestiços (32 machos castrados e 32 fêmeas) de linhagem genética Agroceres PIC<sup>®</sup> com alto potencial para deposição de carne e peso inicial médio de  $7,701 \pm 1,78\text{kg}$ . Os suínos foram alojados em baias individuais, medindo  $1,90 \times 2,90 \text{ m}$  ( $5,51 \text{ m}^2$ ), piso de concreto, 2,50 m de pé direito, cobertura com telha de amianto e providas de comedouros em concreto pré-moldados e bebedouros tipo chupeta.

Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos, oito repetições e dois animais por unidade experimental (um macho e uma fêmea), em que os blocos consistiram no peso ao desmame. As rações experimentais (Tabela 1) foram elaboradas à base de milho, farelo de soja, produtos lácteos e suplementadas com aminoácidos livres para atender as relações dos aminoácidos com a lisina digestível preconizadas por ROSTAGNO et al. (2011) com base no conceito da proteína ideal, exceto treonina. O período experimental teve duração de 130 dias e foi dividido em seis fases: Pré-inicial (21 a 35 dias), inicial I (36 a 49 dias), Inicial II (50 a 69 dias), crescimento (70 a 89 dias), terminação (90 a 109) e abate (110 a 130 dias). Para cada uma das fases foi formulada uma ração controle (basal) contendo 0,500/0,850; 0,450/0,820; 0,400/0,770; 0,650/0,350; 0,320/0,620; 0,300/0,600 de fósforo disponível (%) e cálcio (%), respectivamente. As demais rações experimentais foram obtidas pela redução 0,150 e 0,165 pontos percentuais de fósforo disponível e cálcio, respectivamente, da ração controle e adição de 1000, 1500 e 2000 unidades de fitase ( $\text{UFT kg}^{-1}$ ). As reduções nos níveis de fósforo disponível e cálcio foram obtidas através da alteração na proporção de calcário, fosfato bicálcico e inerte na ração controle de cada fase. À exceção do fósforo e do cálcio, os demais nutrientes das rações experimentais foram mantidos nos mesmos níveis da ração controle. A água e as rações experimentais foram fornecidas à vontade aos animais.

Tabela 1 – Composição das rações basais (controle) dentro de cada fase de criação

Ingrediente, %	Pré-inicial	Inicial I	Inicial II	Crescimento	Terminação	Abate
Farelo de milho (7,88% PB)	45,750	57,980	62,750	71,100	74,090	76,760
Farelo de Soja (45% PB)	25,640	20,730	29,630	23,640	21,610	19,630
Plasma suíno	2,000	2,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Óleo de soja	0,000	0,000	3,840	1,930	1,120	0,590
Calcário	0,520	0,660	0,760	0,620	0,650	0,660
Fosfato bicalcico	1,550	1,550	1,610	1,380	1,230	1,140
Sal comum	0,350	0,330	0,460	0,410	0,410	0,380
Açúcar	3,000	3,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Leite em pó	20,000	12,500	0,000	0,000	0,000	0,000
DL-Metionina (99% )	0,140	0,140	0,100	0,080	0,070	0,050
L-Lisina HCl (78%)	0,230	0,350	0,300	0,290	0,280	0,250
L-Treonina (98%)	0,050	0,080	0,050	0,050	0,040	0,040
Óxido de zinco	0,280	0,190	0,000	0,000	0,000	0,000
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0,150	0,150	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Caulin (Inerte)	0,500	0,500	1,200	1,200	1,200	1,200
Fitase <sup>3</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-----Composição nutricional calculada-----						
Energia metabolizável, kcal/kg	3450	3400	3350	3280	3250	3230
Proteína bruta,%	21,67	18,78	18,67	16,60	15,91	15,17
Lisina digestível,%	1,400	1,250	1,100	0,950	0,900	0,830
Metionina + cistina digestível,%	0,780	0,700	0,620	0,560	0,540	0,500
Treonina digestível,%	0,850	0,760	0,670	0,600	0,570	0,540
Triptofano digestível,%	0,250	0,230	0,200	0,170	0,160	0,150
Valina digestível,%	0,970	0,860	0,760	0,660	0,620	0,570
Arginina digestível,%	0,590	0,530	0,460	0,390	0,370	0,260
Isoleucina digestível,%	0,770	0,690	0,610	0,520	0,500	0,460
Sódio,%	0,280	0,250	0,200	0,180	0,180	0,170
Lactose,%	8,000	5,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Zinco, ppm	2200	1500	0,000	0,000	0,000	0,000
Fósforo disponível,%	0,500	0,450	0,400	0,350	0,320	0,300
Fósforo analisado,%	0,670	0,630	0,620	0,565	0,533	0,512
Cálcio	0,850	0,820	0,770	0,650	0,620	0,600
Cálcio analisado	0,840	0,815	0,773	0,645	0,610	0,605
Relação Cálcio: Fósforo	1,25	1,29	1,25	1,14	1,14	1,18

<sup>1</sup>Conteúdo kg<sup>-1</sup>: Niacina 13.000 mg; vitamina A 2.666.000 UI; vitamina B2 1.600 mg; biotina 16,56 mg;

---

colina 120.000 mg; ácido fólico 266 mg; vitamina B12 11.000 µg; vitamina K 2.666 mg; ácido pantotênico 7.000 mg; vitamina E 10.000 mg; vitamina D3 1.000.000 UI; vitamina B6 666 mg; antioxidante 2.160 mg; veículo q.s.p. 1.000 g.<sup>2</sup>Conteúdo kg<sup>-1</sup>: Selênio 130 mg; manganês 40.020 mg; cobre 15.000 mg; ferro 24.930 mg; cobalto 168 mg; iodo 1.416,8 mg; zinco 74.971 mg; veículo q.s.p. 1.000 g.<sup>3</sup>Enzima contendo 5000 UFT g<sup>-1</sup>.

Os dados de desempenho foram obtidos para os períodos acumulados dentro de cada fase, sendo: ganho de peso, consumo de ração (obtido pela diferença entre o total de ração fornecida e as sobras colhidas no final de cada período) e conversão alimentar.

Foram coletadas amostras de sangue para análises bioquímicas e do hematócrito (n=8) aos 49, 90 e 130 dias de idade. As amostras foram colhidas através da punção da veia cefálica (seringa: 5mL, agulha 25mm x 8mm) e armazenadas em tubos estéreis. As amostras armazenadas em tubos sem anticoagulante foram utilizadas para análises bioquímicas e as com anticoagulante (etilenodiaminotetracetato de sódio – EDTA – 1mg mL<sup>-1</sup> de sangue) para análise hematológica. As amostras armazenadas em tubos sem anticoagulante foram centrifugadas (1000 rpm, 15min.) para obtenção do soro e, posteriormente, determinada as concentrações de cálcio (Ca), fósforo (P) e fosfatase alcalina (FA) em analisador bioquímico semi automático (BIO 200 F; Bioplus, Vila Velha, ES, BR). Para obtenção do hematócrito ( $Ht = VCM_{\text{volume corpuscular médio}} \times \text{número de hemácias}/10$ ) utilizou-se contador eletrônico automático (modelo SDH 3 VET; Labtest, Vila Velha, ES, BR).

No final do experimento, um animal de cada unidade experimental (n=8) foi abatido após jejum alimentar de 24 horas e de água nas últimas seis horas. O abate foi realizado de forma humanitária com a insensibilização através de choque elétrico de alta voltagem e baixa amperagem na região das fossas temporais. A sangria foi realizada após a insensibilização em no máximo 30 segundos por meio de punção no coração. As carcaças inteiras, incluindo pés e cabeça, foram pesadas em balança eletrônica e depois serradas longitudinalmente ao longo da coluna vertebral, e as meias carcaças foram pesadas separadamente. O rendimento de carcaça (RC) foi obtido por meio da relação percentual entre o peso vivo do animal em jejum e o peso da carcaça quente.

Na metade esquerda da carcaça foram realizados cortes para exposição do músculo *Longíssimus dorsi* e do toucinho, para determinação da profundidade do

músculo (PMLD) com auxílio de um paquímetro. Para determinação da área de olho-de-lombo (AOL), utilizou-se uma folha de papel vegetal, a qual foi colocada em cima do lombo, contornando-o com o auxílio de uma caneta de retroprojeter de ponta fina. O desenho do músculo foi colocado sobre papel milimetrado e calculado a área de acordo com BRIDI & SILVA (2007). O rendimento de carne magra (RCM) foi calculado conforme a fórmula descrita por BRIDI & SILVA (2009), onde, rendimento de carne (%) =  $60 - (\text{espessura de toucinho mm} \times 0,58) + (\text{profundidade do músculo mm} \times 0,10)$ . Também foram medidos os comprimentos das carcaças pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (CCMB), medição do bordo cranial da sínfise pubiana ao bordo crânio-ventral do atlas (ABCS, 1973); espessura de toucinho medida imediatamente após a última costela, a 6,5 cm da linha dorso-lombar (P2); espessura de toucinho imediatamente após a última costela, na linha dorso-lombar (UC) e espessura de toucinho entre a última e a penúltima vértebra lombar, na linha dorso-lombar (UL).

Os resultados foram submetidos à análise estatística utilizando-se o programa Sistema para Análise Estatística e Genética (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa – UFV (2007). Para comparação das médias entre os tratamentos utilizou-se o teste SNK ao nível de 5% de probabilidade.

## **Resultados e Discussão**

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) da inclusão de fitase sobre os resultados de desempenho dos suínos em nenhuma das fases avaliadas (Tabela 2). Apesar de não ter ocorrido diferença estatística entre os tratamentos pode-se observar que a inclusão de  $1000 \text{ UFT kg}^{-1}$  na ração foi suficiente para disponibilizar o cálcio e o fósforo contidos no PP para atender as necessidades de crescimento em todas as fases. Por outro lado, a inclusão de 1500 ou  $2000 \text{ UFT kg}^{-1}$  na ração não foram suficientes para promover o efeito extra fosfórico sobre o desempenho.

Tabela 2 – Avaliação do desempenho dentro de cada fase de criação de suínos alimentados com rações contendo diferentes concentrações de fitase

Parâmetro	Ração controle		Fitase, UFT kg <sup>-1</sup> de ração						P <sup>1</sup>	CV <sup>2</sup>
			1000		1500		2000			
21 – 35 dias										
GP, kg	7,85	±1,70	8,43	±1,20	8,17	±1,30	8,29	±1,10	0,23	12,17
CR, kg	9,17	±2,20	10,04	±2,19	9,52	±2,00	9,52	±1,80	0,33	14,90
CA	1,16	±0,07	1,18	±0,11	1,16	±0,07	1,15	±0,10	0,34	6,41
21 – 49 dias										
GP, kg	17,75	±2,60	18,80	±1,80	18,29	±1,70	18,56	±2,20	0,21	9,13
CR, kg	26,47	±4,60	27,53	±3,70	26,74	±3,90	26,66	±3,70	0,19	11,23
CA	1,49	±0,08	1,46	±0,07	1,46	±0,08	1,43	±0,07	0,12	4,14
21 – 70 dias										
GP, kg	35,05	±4,40	36,47	±2,10	36,04	±2,40	35,96	±4,10	0,21	7,65
CR, kg	59,09	±7,70	60,89	±6,60	58,44	±6,10	59,07	±7,30	0,24	6,37
CA	1,69	±0,08	1,67	±0,10	1,62	±0,12	1,64	±0,09	0,32	4,74
21 – 90 dias										
GP, kg	55,19	±6,40	56,48	±3,70	55,70	±3,80	55,88	±5,70	0,32	6,56
CR, kg	97,82	±13,60	98,79	±10,50	96,13	±12,20	96,88	±11,90	0,24	6,11
CA	1,77	±0,07	1,75	±0,07	1,72	±0,12	1,74	±0,12	0,34	3,41
21 – 110 dias										
GP, kg	72,68	±7,10	74,70	±4,30	73,36	±4,60	73,81	±6,00	0,45	6,11
CR, kg	156,84	±18,70	161,03	±15,30	156,42	±17,20	157,04	±15,10	0,33	6,37
CA	2,16	±0,10	2,15	±0,11	2,13	±0,13	2,13	±0,13	0,19	3,17
21 – 130 dias										
GP, kg	92,05	±7,70	93,81	±5,50	93,65	±4,70	93,41	±6,70	0,43	5,08
CR, kg	210,12	±23,30	214,03	±20,50	208,93	±23,30	209,42	±18,20	0,34	6,11
CA	2,28	±0,12	2,28	±0,12	2,23	±0,15	2,24	±0,13	0,24	3,47

<sup>1</sup>Probabilidade; <sup>2</sup>Coeficiente de variação (%)

ZENG et al. (2014) avaliando os efeitos da super dosagem de fitase (0, 500, 1.000 e 20.000 UFT kg<sup>-1</sup>) em dietas para suínos, deficientes em Ca e P durante a fase de crescimento, constataram aumento linear no ganho de peso, consumo de ração, mineralização óssea e na digestibilidade aparente da proteína bruta, Ca, P, inositol e aminoácidos com o aumento das dosagens de fitase, sendo que a inclusão de 20.000 UFT kg<sup>-1</sup> na ração foi a que apresentou os melhores resultados.

PATIENCE et al. (2015) avaliando a super dosagem de fitase para leitões (2500 UFT kg<sup>-1</sup>) relataram que a inclusão da enzima em dietas com lisina digestível e lipídios reduzidos em 10 e 1%, respectivamente, permitiu desempenho semelhante a ração controle (nutricionalmente equilibrada) e, que, a sua suplementação na ração controle promoveu aumento no ganho de peso e na eficiência alimentar. Os resultados do presente estudo não corroboram os de PATIENCE et al. (2015), uma vez que a inclusão de níveis acima de 1000 UFT kg<sup>-1</sup> de ração não foram suficientes para melhorar o desempenho dos animais.

A possibilidade de ganhos em desempenho pela adição de fitase pode ser atribuída não apenas à sua ação no aumento da disponibilidade do fósforo, mas também aos seus efeitos extra fosfóricos, atuando sobre o metabolismo e a fisiologia dos animais. Segundo COWIESON et al. (2011) o efeito extrafosfórico da fitase pode ocorrer devido a três possíveis mecanismos, sendo: restauração da relação cálcio:fósforo (2:1) pela liberação de mais fósforo das moléculas do IP4 e IP3, e não somente do IP5 e IP6 quando doses convencionais de 500 a 750 UFT kg<sup>-1</sup> de ração são utilizadas. Outro possível mecanismo é a redução do efeito residual fitato, ou seja, aquele que não foi destruído pelas doses convencionais e que podem reduzir a solubilidade de alguns nutrientes no intestino; e por fim, a liberação de maior quantidade de mioinositol que possui efeito promotor de crescimento. Entretanto no presente estudo não foi verificada melhora no desempenho dos animais com níveis acima de 1000 UFT kg<sup>-1</sup> de ração. Os resultados do presente estudo demonstram que doses superiores a 2000 UFT kg<sup>-1</sup> devem ser investigados, uma vez que esse nível não foi suficiente para promover benefícios em relação à ração controle.

Os tratamentos não ( $P > 0,05$ ) alteraram o valor de hematócrito dos animais, que foi de 41,8% (Tabela 3). Os resultados obtidos no presente estudo estão dentro da faixa de referência descrito por WEISS & WARDROP (2010). De forma semelhante, não houve efeito dos níveis de fitase nas rações sobre os valores de fosfatase alcalina, cálcio e fósforo sérico. A fosfatase alcalina é uma enzima que atua no metabolismo do Ca e P nos ossos, no qual baixos níveis desses minerais na ração reduzem os níveis sanguíneos dos mesmos, o que determina o aumento da atividade da enzima pela ativação dos osteoblastos (VELOSO, 1991). Como não houve aumento da atividade da FA entre os tratamentos pode-se constatar que o nível de 1000 UFT kg<sup>-1</sup> de ração foi suficiente para suprir a deficiência de Ca e P da ração. Já a diferença

( $P < 0,05$ ) na FA entre os períodos pode ser explicada pela idade dos animais, uma vez que essa enzima é um indicativo da atividade óssea e assim tende a ser mais intensa na fase de crescimento. Os resultados de Ca e P sérico demonstram que não houve deficiência desses minerais com a suplementação de fitase, uma vez que permaneceram semelhantes entre os tratamentos. Segundo MOREIRA e al. (2009) o consumo de alimentos deficientes em P pode aumentar a reabsorção óssea e promover um aumento temporário da concentração de P no plasma.

Não houve diferenças ( $P > 0,05$ ) nos valores de carcaça entre os tratamentos (Tabela 3). Os valores de carcaça dos animais alimentados com rações deficientes em Ca e P e suplementadas com fitase mantiveram-se semelhantes os rendimentos obtidos com a ração controle. PETER et al. (2001) e SHELTON et al. (2004) avaliando características de carcaça em suínos alimentados com rações deficientes em fósforo e suplementadas com níveis de fitase variando de 300 a 500 UFT  $\text{kg}^{-1}$  de ração, também, não encontraram diferenças entre os tratamentos. De forma semelhante, LOZANO et al. (2011) utilizando níveis entre 500 a 1500 UFT  $\text{kg}^{-1}$  de ração não encontraram diferenças sobre profundidade de músculo, área de olho de lombo, quantidade de carne na carcaça resfriada, rendimento de carne e espessura de toucinho.

Tabela 3 – Avaliação dos parâmetros sanguíneos, carcaça e qualidade da carne de suínos

Parâmetros	Ração controle	Fitase, UFT $\text{kg}^{-1}$ de ração						P <sup>1</sup>	CV <sup>2</sup>	
		1000		1500		2000				
Valores de hemograma e bioquímico										
Hematócrito (%)										
49 dias	41,3	± 2,2	41,9	±2,2	41,4	±3,3	42,5	±4,7	0,234	7,6
90 dias	41,0	±2,0	41,9	±3,0	41,4	±3,4	42,5	±2,7	0,343	6,3
130 dias	43,0	±3,0	42,3	±2,4	40,0	±4,3	42,1	±2,4	0,341	7,0
P <sup>1</sup>	0,321		0,330		0,254		0,245			
CV <sup>2</sup>	8,2		7,4		5,7		7,3			
Fosfatase alcalina (U/L)										
49 dias	993,8 <sup>a</sup>	±168,8	1094,2 <sup>a</sup>	±234,7	932 <sup>a</sup>	±131,5	950,5 <sup>a</sup>	±137,6	0,435	18,2
90 dias	192,6 <sup>b</sup>	±55,1	186,2 <sup>b</sup>	±50,4	203,6 <sup>b</sup>	±61,1	186,8 <sup>b</sup>	±47,2	0,234	17,9
130 dias	180,7 <sup>b</sup>	±59,3	170,7 <sup>b</sup>	±5,0	190,9 <sup>b</sup>	±42,0	189,7 <sup>b</sup>	±59,1	0,432	19,8
P <sup>1</sup>	0,032		0,030		0,023		0,025			
CV <sup>2</sup>	27,2		25,4		20,7		22,3			
Cálcio sérico (mg/dL)										
49 dias	12,4	±4,1	10,2	±3,1	9,8	±3,4	9,3	±3,6	0,178	33,1

90 dias	11,5	±3,6	9,4	±1,7	8,3	±0,8	9,2	±1,6	0,272	22,5
130 dias	10,6	±1,8	10,2	±1,4	10,9	±1,1	10,4	±1,3	0,432	14,0
P <sup>1</sup>	0,420		0,335		0,290		0,220			
CV <sup>2</sup>	22,2		32,4		20,7		15,3			
Fósforo sérico (mg/dL)										
49	6,7	±0,4	6,7	±0,6	6,6	±0,6	6,6	±0,4	0,327	7,4
90	6,5	±1,0	6,2	±0,8	6,9	±0,8	6,9	±1,1	0,232	14,2
130	4,9	±0,6	4,9	±0,5	4,8	±0,6	5,0	±0,7	0,220	11,4
P <sup>1</sup>	0,330		0,255		0,280		0,260			
CV <sup>2</sup>	10,2		11,8		10,7		9,3			
Carcaça										
RC, %	82,1	±1,14	81,4	±1,01	82,2	±1,15	81,7	±1,13	0,345	1,29
CCMB, cm	83,8	±1,58	85,1	±1,64	83,6	±2,07	83,6	±2,50	0,432	2,68
PMLD, mm	53,8	±6,49	55,6	±6,21	52,1	±3,93	54,8	±5,87	0,342	10,14
P2, mm	18	±3,94	17	±4,46	17,2	±4,11	16,1	±3,40	0,221	23,76
UC, mm	15,8	±2,83	19,3	±5,03	15,9	±4,34	16,9	±4,08	0,216	27,5
UL, mm	15,1	±4,09	16,7	±4,43	14,7	±3,20	14,9	±3,09	0,321	28,18
AOL, cm <sup>2</sup>	40	±3,45	40,7	±4,09	40,5	±3,26	42,7	±6,25	0,119	10,65
RCM, %	54,9	±2,66	55,7	±2,97	55,3	±2,36	56,1	±2,39	0,321	4,63

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ). Rendimento de carcaça (RC); comprimento de carcaça medido pelo método brasileiro de classificação de carcaça (CCMB); profundidade do músculo *Longissimus dorsi* (PMLD); espessura de toucinho medida imediatamente após a última costela, a 6,5 cm da linha dorso-lombar (P2); espessura de toucinho imediatamente após a última costela, na linha dorso-lombar (UC); espessura de toucinho entre a última e a penúltima vértebra lombar, na linha dorso-lombar (UL); área de olho de lombo (AOL) e rendimento de carne magra (RCM)

Além do efeito sobre o fósforo e o cálcio, COWIESON et al. (2011) relataram que a presença do fitato no intestino delgado é prejudicial para a absorção das vitaminas, aminoácidos e o metabolismo energético, no qual afetam a eficiência e a saúde do animal. Dentro desse contexto, as inclusões utilizadas no presente estudo, que variaram de 1000 a 2000 UFT kg<sup>-1</sup> de ração, poderiam agir sobre o fitato e liberar mais nutrientes ligados a essa molécula e, conseqüentemente, melhorar características de carcaça. Entretanto os resultados obtidos entre os tratamentos não demonstraram melhoras sobre as características de carcaça. Isto provavelmente está relacionado ao correto atendimento das necessidades nutricionais de P e Ca a partir da inclusão de 1000 UFT kg<sup>-1</sup> de ração, e que a liberação de mais nutrientes, principalmente aminoácidos, utilizando níveis de 1500 e 2000 UFT kg<sup>-1</sup> de ração não promoveram ganhos extras sobre as características de carcaça.

## Conclusão

A inclusão de 1000 UFT kg<sup>-1</sup> de ração foi suficiente para promover a liberação de P e Ca necessários para atender as exigências de desempenho, parâmetros sanguíneos e características de carcaça de suínos de alto potencial genético desde o desmame até o abate. A maior inclusão de fitase (2000 UFT kg<sup>-1</sup> de ração) não foi suficiente para promover o efeito extra fosfórico sobre os animais.

## Referências

ADEOLA, O.; COWIESON, A.J. BOARD-INVITED REVIEW: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. **Journal of Animal Science**, v.89, p.3189-3218, 2011.

ADEOLA, O.; SANDS, J.S. Does supplemental dietary microbial phytase improve amino acid utilization? A perspective that it does not. **Journal of Animal Science**, v.81 (2), p.E78-E85, 2003.

ALMEIDA, R. F. **O ferro no metabolismo e desempenho de suínos**. Goiânia/GO, 2006.

ANGEL, R. et al. Phytic acid chemistry: Influence on phytin-phosphorus availability and phytase efficacy. **Journal Apply Poultry Research**, v.11, p.471-480, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS (ABCS). **Método brasileiro de classificação de carcaças**. Estrela, 1973. 17p.

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. Fontes não convencionais de fósforo para a alimentação de suínos e aves. **EMBRAPA- CNPSA**, circular técnica 17, p. 25, 1995.

BENEVIDES, C. M. J et al., Fatores antinutricionais em alimentos: Revisão. **Revista Segurança Alimentar e Nutricional**, v.18, n.2, p. 67-79, 2011.

BOCK, C. L et al., Fitase e digestibilidade aparente de nutrientes de ração de tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p. 2197-2202, 2006.

BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. **Métodos de avaliação de carcaça e da carne suína**. Londrina: Midiograf, 2007. 97p.

CABAHUG, S. et al. Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorus contents. I. Effects on bird performance and toe ash. **British Poultry Science**, v.40, p.660-666, 1999.

CANIATTO, A. R. M. **Minerais orgânicos e fitase como redutor do poder poluente de dejetos de suínos**. Pirasununga: SP, 2011.

COWIESON, A.J. et al. Superposing effects of phytase in poultry and other monogastrics. **World's Poultry Science Journal**, v.67, p.225-235, 2011.

DILGER, R.N. et al. Evaluation of microbial phytase in broiler diets. **Poultry Science**, v.83, p.962-970, 2004.

DOESCHATE, R. A review of phytase in poultry diets. **Feed Compounder**, v.5, p.22-24, 2013.

FIALHO, E. T et al., Efeito da fitase sobre o desempenho e teor de uréia no plasma de suínos na fase de crescimento. **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, p.1-6, jul., Campo Grande MS, 2004.

FILHO C et al., **Fitase em dietas para frangos de corte de 1 a 21 dias alojados em ambientes com diferentes sistemas de climatização**. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. vol.15 no.4 Salvador Oct./Dec. 2014.

GEHRING, C.K. et al. Extra-phosphoric effects of phytase with and without xylanase in corn-soybean meal-based diets fed to broilers. **Poultry Science**, v.92, p.979-991, 2013.

KUNZ, A et al., Tecnologias de manejo e tratamentos de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciências & Tecnologias**, v.22, n.3, p.651-665, Brasília, set/dez., 2005.

LIMA. M.M et al., Utilização de fitase bacteriana em rações para suínos na fase de crescimento. Acesso em 10 de janeiro de 2016, <http://www.feis.unesp.br/Home/Eventos/encivi/iiiencivi-2009/utilizacao-de-fitase....pdf>.

LORA, A. G et al., Redução da excreção de nutrientes pelo uso de diferentes estratégias nutricionais em aves e suínos. **Congresso Internacional sobre Nutrição Animal e Alimentos Seguros**, p. 153-164, set., Campinas/SP, 2007.

LOZANO, A.P. et al. Níveis de fitase em rações para suínos em fase de terminação. **Archivos de Zootecnia**, v.60, p.839-850, 2011.

LUDKE, M. C. M. M et al., Efeito de fitase em dietas com ou sem fosfato inorgânico para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**.

v.29, n.2, p.485-494, 2000

MAENZ, D.D. et al. The effect of minerals and mineral chelators on the formation of phytase-resistant and phytase-susceptible forms of phytic acid in solution and in a slurry of canola meal. **Animal Feed Science and Technology**, v.81, p.177-192, 1999.

MOREIRA, J. A et al., Fisiologia digestiva de suínos alimentados com rações contendo diferentes fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.4, p. 676-684, 2009.

MOREIRA, J. A et al., Participação do P excretado nas fezes e urina de suínos em fase decrescimento , alimentos com dietas contendo diferentes níveis de fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.14, n.3, Salvador, July/ Sept. 2013.

MOREIRA, J. A et al., Cinética do fósforo em tecidos de suínos alimentados com dietas contendo enzima fitase. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.1, 2004.

OLIVEIRA, A.T. et al. Evaluation of phosphorus sources on performance, organ weight and blood parameters of pigs. **Revista Brasileira de Saúde e Produção animal**, v.14, p.808-819, 2013.

OLIVEIRA, A. P. A et al., Desempenho e avaliação da carcaça em suínos alimentados com rações de terminação com fitase associada à retirada de microminerais, vitaminas e fósforo inorgânico. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n.4, p.775-783, Goiânia, out/dez., 2010.

PATIENCE, J.F. et al. Super-dosed Phytase Improves Rate and Efficiency of Gain in Nursery Pigs. **Animal Industry Report**, v.661, ASL R3035, 2015. Disponível em: < [http://lib.dr.iastate.edu/ans\\_air/vol661/iss1/98/](http://lib.dr.iastate.edu/ans_air/vol661/iss1/98/)>. Acesso em: 12 jan. 2016.

PETER, C.M. et al. The effects of phytase on growth performance, carcass characteristics, and bone mineralization of late-finishing pigs fed maize-soyabean meal diets containing no supplemental phosphorus, zinc, copper and manganese. **Animal Feed Science and Technology**, v.94, p.199-205, 2001.

RODRIGUES, V.V. **Redução de nutrientes em ração com fitase para suínos em crescimento**. Lavras: MG, p. 4, 2009.

RODRIGUES, P. B et al., Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações à base de milho e sorgo suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.2, p.91-100, 2002.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 3.ed. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.

RUNHO, R. C. et al., Exigências de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, Viçosa, Jan/ Fev. p. 1, 2001

SAEG. **SAEG:** sistema para análises estatísticas, versão 9.1. Viçosa: UFV, 2007.

SHELTON, J.L. et al. Effects of microbial phytase, low calcium and phosphorus, and removing the dietary trace mineral premix on carcass traits, pork quality, plasma metabolites, and tissue mineral content in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2630-2639, 2004.

TAMIM, N.M. et al. Influence of dietary calcium and phytase on phytate phosphorus hydrolysis in broiler chickens. **Poultry Science**, v.83, p.1358-1367, 2004.

TEJETOR, A. A et al., Efeito da adição de enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.802-808, 2001.

VELOSO, J.A.F. Perspectiva de uso dos fosfatos de rocha nacionais na alimentação animal. **Caderno técnico da Escola de Veterinária da UFMG**, v.6, p.55-84, 1991.

VIERA, M. S. **Bioquímica do fósforo.** Rio Grande do Sul, p. 2, 2010.

WEISS, D.J.; WARDROP, K.J. **Schalm's veterinary hematology.** 6.ed. Iowa: Willey Blackwell, 2010. 1232p.

ZENG, Z.K. et al. Effects of Adding Super Dose Phytase to the Phosphorus-deficient Diets of Young Pigs on Growth Performance, Bone Quality, Minerals and Amino Acids Digestibilities. **Asian-Australas Journal Animal Science**, v.27(2), p.237-246, 2014.

## 5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. F. **O ferro no metabolismo e desempenho de suínos**. Goiânia/GO, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS (ABCS). **Método brasileiro de classificação de carcaças**. Estrela, 1973. 17p.

BELLAVER, C. Fontes não convencionais de fósforo para a alimentação de suínos e aves. **EMBRAPA- CNPSA**, circular técnica 17, p. 25, 1995.

BENEVIDES, C. M. J et al., Fatores antinutricionais em alimentos: Revisão. **Revista Segurança Alimentar e Nutricional**, v.18, n.2, p. 67-79, 2011.

BOCK, C. L et al., Fitase e digestibilidade aparente de nutrientes de ração de tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p. 2197-2202, 2006.

BÜNZEN, S et al. Digestibilidade do fósforo de alimentos de origem vegetal determinada em suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1236-1242, 2008.

DANTAS, W. M. F. Perfil bioquímico sanguíneo e ganho de peso corporal em suínos submetidos a dietas com diferentes níveis de fósforo. p. 1-60, 2009.

FIALHO, E. T et al., Efeito da fitase sobre o desempenho e teor de uréia no plasma de suínos na fase de crescimento. **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, p.1-6, jul., Campo Grande MS, 2004.

FIGUEIRÊDO, A. V et al., Ação da fitase sobre a disponibilidade biológica do fósforo, por intermédio da técnica de diluição isotópica, em dietas com farelo de arroz integral para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 29, no.1 Viçosa Jan/Fev. 2000.

FILHO C et al., **Fitase em dietas para frangos de corte de 1 a 21 dias alojados em ambientes com diferentes sistemas de climatização**. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. vol.15 no.4 Salvador Oct./Dec. 2014.

KUNZ, A et al., Tecnologias de manejo e tratamentos de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciências & Tecnologias**, v.22, n.3, p.651-665, Brasília, set/dez., 2005.

LIMA. M.M et al., Utilização de fitase bacteriana em rações para suínos na fase de crescimento. Acesso em 10 de janeiro de 2016, <http://www.feis.unesp.br/Home/Eventos/encivi/iiiencivi-2009/utilizacao-de->

[fitase....pdf.](#)

LORA, A. G et al., Redução da excreção de nutrientes pelo uso de diferentes estratégias nutricionais em aves e suínos. **Congresso Internacional sobre Nutrição Animal e Alimentos Seguros**, p. 153-164, set., Campinas/SP, 2007.

LOZANO, A.P. et al. Níveis de fitase em rações para suínos em fase de terminação. **Arquivos de Zootecnia**, v.60, p.839-850, 2011.

LUDKE, M. C. M. M et al., Efeito de fitase em dietas com ou sem fosfato inorgânico para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.2, p.485-494, 2000

MACCARI, A. P., Avaliação ambiental do uso de dejetos de suínos por meio de ensaios ecotoxicológicos em solos do estado de Santa Catarina, p. 23-126, 2014.

MOREIRA, J. A et al., Fisiologia digestiva de suínos alimentados com rações contendo diferentes fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.4, p. 676-684, 2009.

MOREIRA, J. A et al., Cinética do fósforo em tecidos de suínos alimentados com dietas contendo enzima fitase. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.1, 2004.

OLIVEIRA, A. P. A et al., Desempenho e avaliação da carcaça em suínos alimentados com rações de terminação com fitase associada à retirada de microminerais, vitaminas e fósforo inorgânico. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n.4, p.775-783, Goiânia, out/dez., 2010.

PAULA, E. F. E et al., **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 3, n.14, 2009.

RUNHO, R. C. et al., Exigências de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, Viçosa, Jan/ Fev. p. 1, 2001

TEJETOR, A. A et al., Efeito da adição de enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.802-808, 2001.

VIERA, M. S. **Bioquímica do fósforo**. Rio Grande do Sul, p. 2, 2010.