

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DA CARÇA DE SUÍNOS EM
TERMINAÇÃO RECEBENDO RAÇÃO COM FITASE ASSOCIADA À
RETIRADA DE MICROMINERAIS, VITAMINAS E FÓSFORO
INORGÂNICO**

Ana Paula Ázara de Oliveira
Orientador: Prof. Dr. Romão da Cunha Nunes

GOIÂNIA
2006

ANA PAULA ÁZARA DE OLIVEIRA

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DA CARÇA DE SUÍNOS EM
TERMINAÇÃO RECEBENDO RAÇÃO COM FITASE ASSOCIADA À
RETIRADA DE MICROMINERAIS, VITAMINAS E FÓSFORO
INORGÂNICO**

Dissertação apresentada para obtenção
do grau de Mestre em Ciência Animal
junto à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Goiás

Área de Concentração:
Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Romão da Cunha Nunes – EV/UFG

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. José Henrique Stringhini – EV/UFG

Prof. Dr. Jurij Sobestiansky – EV/UFG

GOIÂNIA
2006

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(GPT/BC/UFG)

O48d Oliveira, Ana Paula Ázara de.
Desempenho e avaliação da carcaça de suínos em terminação recebendo ração com fitase associada à retirada de microminerais, vitaminas e fósforo inorgânico / Ana Paula Ázara de Oliveira. – Goiânia, 2006.
xii, 55 f. : il., tabs., figs.

Orientador: Romão da Cunha Nunes.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, 2006.

Bibliografia: f. 47-55.

Inclui lista de tabelas., figuras e de abreviaturas.

1. Suíno – Alimentação e rações 2. Suíno – Composição dos ossos 3. Nutrição animal – Fósforo inorgânico - Redução 4. Nutrição animal – Adição fitase 5. Nutrição animal – Viabilidade econômica I. Nunes, Romão da Cunha II. Universidade Federal de Goiás. Escola de Veterinária III. Título.

CDU: 636.4.085.3

ANA PAULA ÁZARA DE OLIVEIRA

Dissertação defendida e aprovada em 23 de fevereiro de 2006, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Romão da Cunha Nunes – EV/UFG
Presidente da banca

Prof. Dr. Eurípedes Laurindo Lopes – EV/UFG

Prof. Dr. João Batista Lopes – CCA /UFPI

Dedico esta dissertação e também meu título de Mestre aos meus pais por todo amor, paciência, carinho e dedicação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, alegria, paz, entusiasmo e capacitação nas mais diferentes situações no decorrer do curso.

Aos meus pais Osvaldo e Maria, pelo apoio e incentivo.

Aos meus irmãos Walter, Hélio e Débora, pelo incentivo e carinho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Romão da Cunha Nunes, pela orientação e pela convivência tão agradável de tantos anos. Desde a orientação na graduação se passaram 5 anos que foram de muito aprendizado, não só no aspecto acadêmico como também de lições de vida, que guardarei comigo para sempre.

Ao Prof. Dr. Eurípedes Laurindo Lopes, pelos ensinamentos, apoio, incentivo convivência e amizade sempre.

Aos professores Henrique Stringhini, Moema P. Chediak, Jurij Sobestiansky, Guido F. Linhares, e demais professores da UFG que de perto participaram da minha formação, pelos ensinamentos, apoio e amizade.

Ao DPA e aos seus funcionários, pela oportunidade de realizar o experimento e pela ajuda.

A UFG, ao CNPq e a CAPES, pelo apoio financeiro para realização do projeto de pesquisa.

A amiga Luciana, pelo companheirismo, apoio incondicional, carinho e amizade durante as mais diversas situações no decorrer do mestrado.

Aos amigos do mestrado: Cícero, Fabyola, Maíra, Raquel, Roberto, Denise, Suzany e Alexandre , pela amizade, apoio e companhia.

Ao Setor de Suínos da UFRGS, aos professores David Barcellos, Fernando Bortolozzo e Ivo Wentz e aos amigos que conheci na cidade de Porto Alegre, pelo apoio, conhecimentos, carinho e amizade.

Aos animais que foram utilizados no experimento de mestrado, e em todos os outros que participei.

Uma vida não basta ser apenas
vivida: também precisa ser sonhada.

Mário Quintana

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS GERAIS	4
2.1 Objetivos específicos	4
3 REVISÃO DA LITERATURA	5
3.1 Fitato	5
3.2 Enzimas exógenas	7
3.3 Fitase	8
3.4 Fatores que afetam a atividade da fitase	11
3.5 Minerais e vitaminas	13
3.6 Fósforo	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 Local	19
4.2 Animais	19
4.3 Tratamentos	19
4.4 Rações Experimentais	20
4.5 Instalações	22
4.6 Delineamento Experimental	22
4.7 Variáveis analisadas	24
4.7.1 Desempenho	24
4.7.2 Características da carcaça	24
4.7.3 Cinzas e níveis de minerais nos metacarpos	25
4.7.4 Avaliação econômica	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 Desempenho	27
5.2 Características da carcaça	33
4.3 Cinzas	36
4.4 Minerais nos ossos	38
4.5 Avaliação dos custos	43
5. CONCLUSÃO	46
6. REFERÊNCIAS	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais.....	21
Tabela 2	Análise de variância para desempenho e características da carcaça de suínos em terminação.....	22
Tabela 3	Análise de variância para cinzas e minerais nos ossos de suíno em terminação.....	22
Tabela 4	Ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD) e conversão alimentar (CA) de suínos em terminação, com idade inicial de 105 dias e final de 175 dias.....	27
Tabela 5	Médias do comprimento de carcaça (CC), espessura de toucinho (ET), peso da carcaça (PC), rendimento da carcaça (RC) e área de olho de lombo (AOL) de suínos em terminação, com idade inicial de 105 dias e final de 175 dias.....	33
Tabela 6	Resultados médios da percentagem de cinzas nos ossos metacarpos de suínos em terminação, com idade inicial de 105 dias e final de 175 dias.....	36
Tabela 7	Médias da composição mineral: fósforo (P), cálcio (Ca), potássio (K) e magnésio (Mg) dos ossos metacarpos de suínos em terminação, com idade inicial de 105 dias e final de 175 dias.....	39
Tabela 8	Médias da composição mineral: sódio (Na), manganês (Mn) e zinco (Zn) dos ossos metacarpos de suínos em terminação, com idade inicial de 105 dias e final de 175 dias.....	40
Tabela 9	Determinação do custo médio das rações por quilo de peso vivo ganho e índice de custo médio de suínos em terminação, com idade inicial de 105 dias e final de 175 dias e peso médio de 120kg.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estrutura do ácido fítico.....	5
Figura 2	Ácido fítico ligado a cátions.....	6
Figura 3	A liberação de fósforo do ácido fítico pela ação da fitase.....	8

LISTA DE ABREVIATURAS

GPMD	Ganho de peso médio diário
CRMD	Consumo de ração médio diário
CA	Conversão alimentar
ET	Espessura de toucinho
AOL	Área de olho de lombo
RC	Rendimento de carcaça
PC	Peso da carcaça
CC	Comprimento da carcaça
P	Fósforo
Ca	Cálcio
Mg	Magnésio
K	Potássio
Zn	Zinco
Mn	Manganês
Na	Sódio
UF	Unidade de fitase
FAD	Farelo de arroz desengordurado
FAI	Farelo de arroz integral

RESUMO

Este experimento foi realizado com o objetivo de avaliar a utilização da enzima fitase associada à retirada de microminerais, vitaminas e fósforo inorgânico da ração de suínos em fase de terminação sobre o seu desempenho, características de carcaça, cinzas, minerais nos ossos e viabilidade econômica. O experimento foi realizado no Setor de Suinocultura da Escola de Veterinária da UFG. Foram utilizados 28 suínos em terminação e dietas formuladas a base de milho, farelo de soja, farelo de trigo e 500UF/kg de dieta. Foram avaliados seis tratamentos: 1. ração completa, 2. ração completa sem suplemento micromineral-vitamínico, 3. ração 2 com fitase, 4. ração 2, sem 1/3 de fósforo inorgânico com fitase, 5. ração 2, sem 2/3 de fósforo inorgânico com fitase, 6. ração 2, sem fósforo inorgânico com fitase. O delineamento experimental empregado foi inteiramente ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições, sendo cada animal considerado uma unidade experimental. Os dados foram analisados pelo PROC GLM do SAS. Na análise dos resultados para desempenho observou-se que a retirada de microminerais, vitaminas e até 2/3 de fósforo inorgânico com adição de fitase não prejudicou o GPMD, CRMD e a CA dos animais. Para os resultados de avaliação da carcaça, observou-se que a fitase foi eficaz para manter as características da carcaça em suínos alimentados com rações onde a retirada de fósforo foi de até 2/3. Não foi observada diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$) para a porcentagem de cinzas nos ossos, mostrando não haver redução na quantidade de cinzas entre os tratamentos quando se retirou o suplemento micromineral-vitamínico, 1/3, 2/3 ou todo o fósforo inorgânico de dietas onde foi suplementado com fitase. Avaliando-se os tratamentos, pôde-se observar redução gradativa no teor de P nos ossos à medida que foi retirado o fósforo inorgânico da ração. No entanto, só houve redução significativa ($P < 0,05$) onde foi retirado todo fósforo inorgânico (T6) em relação aos animais testemunhas. Nas condições em que este experimento foi realizado, pôde-se concluir que a retirada do suplemento micromineral-vitamínico, 1/3 e 2/3 do P inorgânico da dieta de suínos em terminação, suplementadas com fitase, não causou prejuízos ao desempenho, características da carcaça, minerais e cinzas nos ossos de suínos em terminação.

Palavras-chave: Fitase, fósforo, minerais, suínos, vitaminas.

ABSTRACT

This experiment was performed to evaluate the effect of the use of phytase enzyme associated with withdrawal of micro-mineral, vitamin and inorganic phosphorus from the finishing swine ration on their performance, carcass characteristics, ash, bone mineral content and economic viability. The experiment was developed at the Swine Department of the Veterinary School from UFG. Twenty-eight crossbred swine were used and diets were formulated based on corn, soybean meal, wheat meal and 500 PU/kg of the diet. Six treatments were evaluated: 1. Complete ration, 2. Complete ration without micro-minerals and vitamins, 3. Diet 2 plus phytase enzyme; 4. diet 2 without 1/3 inorganic phosphorus plus phytase; 5. diet 2 without 2/3 inorganic phosphorus plus phytase; 6. diet 2 without inorganic phosphorus plus phytase. A complete-randomized design was used, with six treatments with four replications, considering each individual animal an experimental unit. Data was analyzed by GLM procedures of SAS. The analysis of performance results shows that the withdrawal of micro-minerals, vitamins and up to 2/3 (two thirds) of inorganic phosphorus plus phytase wasn't harmful for animals average daily gain, food intake and feed conversion. For carcass evaluation was observed that phytase was efficient on maintaining the carcass characteristics of swine fed with rations, which had withdrawal of up to 2/3 of phosphorus. Significant difference ($P>0,05$) wasn't observed among treatments for percentage of bone ash, showing no ash reduction among treatments when they had withdrawal of 1/3, 2/3 or all (T6) inorganic phosphorus from phytase supplemented diets. Evaluating the treatments could be observed gradual reduction on phosphorus level on bones as inorganic phosphorus was withdrawn from diet. However, significant reduction ($P<0,05$) was only observed when all inorganic phosphorus was withdrawn compared to control animals. Considering the experiment's conditions could be concluded that withdrawal of mineral and vitamin supplement and 1/3 or 2/3 of inorganic phosphorus from crossbred swine's diet, supplemented with phytase, wasn't harmful to their performance, carcass characteristics, mineral and bone ash.

Keywords: Phytase, phosphorus, swine, vitamin, mineral.

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira tem apresentado crescimento significativo nos últimos anos, destacando-se como um dos maiores exportadores de carne suína do mundo. Para atuar em cenários internacionais, os produtos brasileiros devem passar por várias barreiras impostas pelos países importadores, dentre elas, as barreiras de caráter sanitário.

A União Européia impôs aos países exportadores, a partir de fevereiro de 2006, a proibição do uso de antimicrobianos em rações para suínos e aves (MENDES, 2005). A utilização de novos aditivos alimentares é uma das alternativas mais estudadas para minimizar o impacto causado pela retirada dos promotores de crescimento. Os aditivos favorecem a utilização dos nutrientes pelos animais, melhorando a sua eficiência de utilização, proporcionando melhor desempenho (LIMA, 1999).

Dentre os aditivos mais pesquisados nos últimos anos, destacam-se as enzimas e dentre elas a fitase. Esta enzima promove a disponibilização do fósforo da molécula de fitato, principal forma de estocagem do fósforo nos vegetais.

As exigências nutricionais para fósforo, minerais e vitaminas diminuem com o passar da idade e peso vivo (NRC, 1998). Além disso, na fase de terminação, os suínos não só consomem maior quantidade de ração, como também apresentam menor eficiência alimentar, quando comparado a outras fases de desenvolvimento. Neste sentido, MAVROMICHALIS et al. (1999) afirmaram que as exigências constantes nas tabelas nutricionais para suínos na fase de crescimento e terminação, estão superestimadas. O excesso de nutrientes adicionado às dietas é excretado nas fezes, contribuindo para a poluição ambiental, sendo a suinocultura considerada uma atividade potencialmente poluidora.

O excesso de fósforo, nitrogênio e outros minerais presentes nos dejetos, quando em contato com superfícies aquáticas, favorecem o crescimento desordenado de algas. A decomposição destas algas consome oxigênio dissolvido na água, processo denominado de eutroficação. Este processo compromete a sobrevivência de espécies aquáticas, como peixes, crustáceos, etc (PERDOMO et al., 2001).

Alem disso, PENZ JUNIOR (2000) afirma que em geral os animais são ineficientes em transformar os nutrientes oferecidos a eles em produtos (carne, leite, ovo). Segundo este autor, para aves e suínos, do total de nitrogênio ingerido, cerca de 35% a 45% são utilizados. Para o fósforo, o que compromete o seu uso é a sua baixa disponibilidade em ingredientes de origem vegetal.

Cerca de 2/3 do fósforo presente nos vegetais encontram-se na forma de fitato, os quais são indisponíveis aos monogástricos. Esse deficiente aproveitamento do fósforo dos vegetais gera dois problemas: 1. A necessidade de suplementação a partir de fontes inorgânicas, que em geral encarece a ração, e 2. A excreção de uma grande quantidade de fósforo para o meio-ambiente.

Com os conhecimentos produzidos pela comunidade científica sobre composição nutricional dos ingredientes, e determinação das exigências nutricionais por fase de vida, poderá atingir-se melhor produtividade sem causar problemas ao meio ambiente.

A alimentação chega a representar cerca de 70% dos custos de produção em uma criação de suínos (NUNES et al., 2002). Pesquisas vem sendo realizadas (NUNES, 2000; FURTADO, 2003) com o objetivo de avaliar a retirada e/ou redução de minerais, vitaminas e fósforo inorgânico para determinação das suas reais exigências pelos animais, além, de estudar a adição de enzimas exógenas visando melhor aproveitamento dos nutrientes das dietas.

NUNES (2000) avaliou a retirada dos suplementos micromineral e/ou vitamínico da ração de suínos em fase de terminação. Concluiu que a retirada de tais nutrientes das dietas não causou efeitos negativos sob os parâmetros de desempenho, níveis de minerais nos metacarpos, características da carcaça, vida de prateleira, parâmetros sanguíneos, além de demonstrar ser viável economicamente.

Já FURTADO (2003) trabalhou com a retirada do suplemento micromineral/vitamínico além da redução de níveis de fósforo inorgânico (1/3 e 2/3) da ração de suínos em terminação. Baseado no desempenho, no rendimento de carcaça e nos parâmetros de qualidade da carne, como: pH, valores médios de coliformes fecais e totais, mesófilos e psicotróficos, o autor concluiu que foi viável a retirada do suplemento micromineral/vitamínico e a redução de 1/3 e 2/3 de fósforo inorgânico da ração de suínos em terminação.

Desta forma, trabalhos que avaliam o desempenho animal, utilizando alimentos alternativos, aditivos e/ou novas exigências são necessários, pois a suinocultura é uma atividade que se modifica rapidamente, tendo a genética dos animais evoluído significativamente e, conseqüentemente, os conceitos sobre necessidades nutricionais devem ser reavaliados de forma sistemática.

2. OBJETIVOS GERAIS

Avaliar a utilização da enzima fitase de origem microbiana na alimentação de suínos na fase de terminação, recebendo dietas sem suplemento micromineral-vitamínico e níveis reduzidos de fósforo inorgânico sobre o desempenho, características da carcaça, percentagem de cinzas e minerais nos ossos, além de avaliar a viabilidade econômica.

2.1 Objetivos específicos

Avaliar as variáveis de desempenho: GPMD (ganho de peso médio diário), CRMD (consumo de ração médio diário) e CA (conversão alimentar); características da carcaça: ET (espessura de toucinho), AOL (área de olho de lombo), RC (rendimento de carcaça), CC (comprimento de carcaça), e PC (peso da carcaça); níveis de minerais nos ossos: fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), zinco (Zn), manganês (Mn) e sódio (Na); percentagem de cinzas e viabilidade econômica.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Fitato

Fitato ou fósforo fítico é a designação dada ao fósforo que faz parte da molécula do ácido fítico, encontrado nos vegetais (LEHNINGER et al., 1995). Sua função fisiológica na semente do vegetal é servir como estoque de fósforo, de outros minerais e de energia. Estes são liberados pela ação da fitase endógena à medida que ocorre a germinação (BORGES, 1997).

Trata-se de um sal de ácido fítico, uma molécula com seis grupos fosfato unidos por ligações éster (Figura 1). Quimicamente, a molécula do fitato é definida como mio-inositol 1,2,3,4,5,6 hexafosfato (REBOLLAR & MATEOS, 1999). Constituindo-se na principal forma de armazenamento do fósforo nas plantas, funciona como fonte de fosfato, mio-inositol e cátions durante o processo de germinação (SELLE et al., 2000).

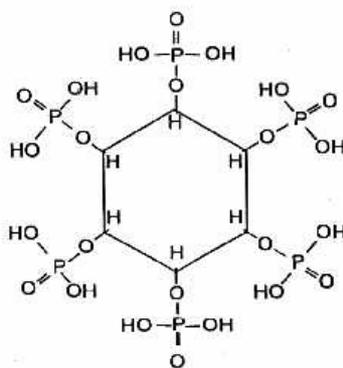


Figura 1: Estrutura do ácido fítico (PETERSEN, 2001)

A localização do fitato apresenta-se variável nos vegetais, sendo no trigo e arroz encontrado no pericarpo e aleuroma. No caso do milho, mais de 90% estão distribuídos no endosperma e concentrados no gérmen. No farelo de soja, como nas outras sementes oleaginosas, o fitato está ligado a proteínas, sendo sua localização variável. A estrutura, forma e localização do fitato nos vegetais pode determinar sua interação com outros nutrientes, e assim pode ser

importante fator para determinação da sua digestibilidade pelos monogástricos (ADEOLA & SANDS, 2003).

A concentração do fitato nos vegetais varia em função da espécie, idade, estágio de maturação, cultivar, clima, disponibilidade de água, grau de processamento e a quantidade de fósforo no solo que a planta absorve e armazena (ROBERSON, 1999).

O ácido fítico encontrado nos vegetais apresenta alta capacidade de se ligar a cátions (Ca, Fe, Cu, Zn, Mn e Mg), moléculas de proteína e amido (Figura 2), tornando-os insolúveis à degradação intestinal (KIES, 1996). Considerado fator anti-nutricional, o ácido fítico corresponde de 1% a 5% do peso dos cereais, legumes e sementes oleaginosas, representando cerca de 2/3 do fósforo presente nos vegetais (NRC, 1998; VATS & BANERJEE, 2004).

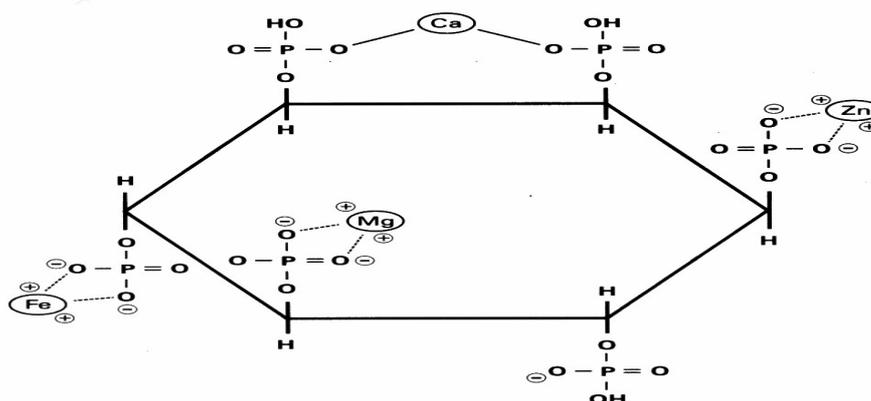


Figura 2 – Ácido fítico ligado a cátions (PETERSEN, 2001)

A quantidade de ácido fítico varia entre as diversas fontes alimentares vegetais, o conteúdo no milho e no trigo varia de 66% a 78% do fósforo total, já no farelo de soja, varia de 45% a 61% (PETERSEN, 2001).

Em pH neutro, o ácido fítico apresenta um ou dois átomos de oxigênio carregados negativamente; conseqüentemente, vários cátions minerais, carbocátions de baixo peso molecular e proteínas com valores de pH menor que seu ponto isoelétrico, podem ser forte ou fracamente quelatados entre dois grupos fosfatos e com um grupo fosfato, respectivamente (SELLE et al., 2000). Assim,

tanto o fósforo como alguns cátions importantes para a nutrição dos animais estarão indisponíveis.

Assim, nos vegetais que são principais constituintes das rações para suínos, o fósforo que está na forma de fitato, pouco disponível aos monogástricos, é excretado quase que totalmente nas fezes (OMOGBENIGUN et al., 2003). Isto ocorre, devido aos monogástricos, como os suínos e as aves, possuírem quantidades mínimas da enzima fitase endógena, conseqüentemente, a atividade da fitase no intestino é extremamente ineficiente para degradar a molécula de fitato (KIES, 1996; VATS & BANERJEE, 2004).

Devido à baixa disponibilidade do fósforo encontrado na molécula de fitato, as dietas de suínos são suplementadas com fósforo inorgânico. Este fósforo indisponível é excretado nas fezes, contribuindo para o agravamento da poluição ambiental.

3.2 Enzimas exógenas

As enzimas exógenas, também chamadas de aditivos enzimáticos, apesar de não desempenharem papel nutricional direto, auxiliam o processo digestivo, melhorando a digestibilidade dos nutrientes. As enzimas comercialmente produzidas são provenientes de bactérias do gênero *Bacillus* sp, fungos do gênero *Aspergillus* sp e *Penicillium* sp e leveduras do gênero *Saccharomyces*.

As enzimas exógenas são produzidas pela aplicação de um inóculo previamente preparado em laboratório, sobre um substrato específico, em condições ideais de ambiente que permitam o processo fermentativo. Duas formas distintas de fermentação são usadas para produção comercial de fitase, uma em estado seco e outra em estado líquido (WU & RAVINDRAN, 2002).

Ao final do processo de fermentação, ocorre a separação da biomassa, com posterior resfriamento, centrifugação e concentração. Por fim, são realizadas etapas de filtração, padronização e controle de qualidade. A produção de enzimas exógenas atingiu escala comercial a partir de 1980, através de técnicas de DNA recombinante, que consiste da transferência de material genético (gene

responsável pela produção de uma determinada enzima), para um microorganismo industrial conhecido (CIB, 2004).

Hoje, as pesquisas estão voltadas para a produção de enzimas com maior versatilidade, resistentes às condições adversas de temperatura, tempo de armazenamento e melhor estabilidade funcional dentro do trato digestivo dos animais, respeitando as boas práticas de fabricação, assegurando qualidade e higiene na produção (JUNQUEIRA & LAURENTIZ, 2004).

3.3 Fitase

A enzima fitase (mio-inositol hexafosfato fosfohidrolase) é uma fosfatase que catalisa a hidrólise do ácido fítico a fosfato de inositol, mio-inositol e fósforo inorgânico (JONGBLOED et al., 1994; VATS & BANERJEE, 2004), conforme pode se visto na Figura 3 .

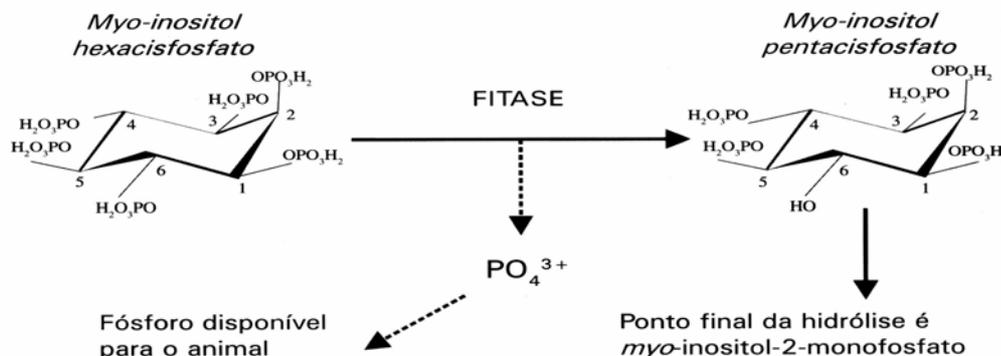


Figura 3 - A liberação de fósforo do ácido fítico pela ação da fitase (PETERSEN, 2001)

Existem quatro possíveis fontes de fitase para aves e suínos: 1. fitase intestinal, nas secreções digestivas, 2. fitase endógena presente em alguns ingredientes das dietas, 3. fitase originada a partir de bactérias da flora microbiana e 4. fitase produzida por microorganismos exógenos (KORNEGAY & YI, 1996).

A atividade da fitase na mucosa intestinal de suínos e aves é reduzida, devido à baixa produção da enzima endógena por estas espécies. Alguns cereais

apresentam atividade de fitase intrínseca significativa como é o caso do trigo, centeio, triticale. A atividade da fitase é muito reduzida em farelos protéicos, como na soja e outras leguminosas. Na maioria dos monogástricos, como as aves e os suínos, a atividade da flora microbiana tem atuação no intestino grosso. Assim, a fitase microbiana produzida por estes microorganismos promove a hidrólise do fitato liberando o fósforo sem que o animal se beneficie, sendo excretado nas fezes. Desta forma, a fitase exógena, produzida principalmente por fungos, é a principal fonte de fitase disponível (REBOLLAR & MATEOS, 1999).

Dois tipos de fitases são conhecidos: 3-fitase e 6-fitase. A primeira produzida por microorganismos e a segunda, normalmente, por plantas. A 3-fitase inicia a defosforilação do fitato na posição três, enquanto a 6-fitase inicia na posição seis. Seus modos de ação conseqüentemente são diferentes, assim como suas curvas de pH e temperatura. A 6-fitase apresenta atividade em pH 5,2 e temperatura de 45°C a 60°C, enquanto a 3-fitase, produzida por uma cepa de *Aspergillus*-(*Natuphos*) apresenta pH(s) ótimos entre 2,5 a 5,5 e temperatura variando de 35°C a 63°C, sendo mais efetiva (KIES, 1996).

A capacidade da fitase de origem fúngica em hidrolizar o fósforo fítico tem sido demonstrado em várias espécies. Até os anos 80, o seu uso era limitado pelo preço, no entanto, com o agravamento dos problemas ambientais e a redução do custo de produção tornou a utilização desta enzima viável (REBOLLAR & MATEOS, 1999).

Tem sido demonstrado em diversas pesquisas, a ação da fitase sobre a digestibilidade/utilização do fósforo, disponibilidade de nutrientes ligados ao fitato, como minerais e aminoácidos (LUDKE et al., 2002; SHELTON et al., 2003; FIALHO et al., 2004). A ação da fitase se reflete no desempenho de suínos e na excreção de fósforo nos dejetos, que pode ser reduzido entre 20% e 50% (LEI et al., 1993; KEMME et al., 1997; MURRY et al., 1997; HARPER et al., 1997). Estudos anteriores como os de CROMWELL et al. (1993) demonstraram não haver efeitos negativos quanto ao desempenho e resistência óssea, trabalhando com a retirada de fósforo inorgânico da dieta de suínos em crescimento-terminação quando estas foram suplementadas com 500 UF (unidades de fitase).

O'QUINN et al. (1997a) afirmaram ser a enzima fitase capaz de substituir o fósforo inorgânico em uma dieta a base de sorgo e farelo de soja para

suínos em crescimento-terminação, a um nível de 300 UF. Os autores observaram que com a adição de fitase às dietas pobres em fósforo, houve uma melhora na taxa de crescimento, cinzas nos ossos e digestibilidade do fósforo.

Em estudo envolvendo suínos na fase de crescimento-terminação quanto ao desempenho e digestibilidade do fósforo, HARPER et al. (1997) utilizaram dietas contendo enzima exógena fitase de origem microbiana (500 UF/kg) e níveis reduzidos de fósforo inorgânico. Concluíram que a enzima é eficaz para manter os teores adequados de fósforo em dietas onde o fósforo inorgânico é retirado, reduzindo a excreção de fósforo em aproximadamente 21%.

HAN et al. (1997) afirmaram que a substituição de fósforo inorgânico por fitase é fisiologicamente viável e economicamente vantajosa para suínos em fase de crescimento-terminação. Nesse sentido, LUDKE et al. (2000) ressaltaram que dietas com ou sem farelo de arroz desengordurado (FAD), suplementadas com fitase, apresentaram a mesma eficiência que a suplementação com fosfato bicálcico sobre o desempenho de suínos. Entretanto, a fitase ocasionou redução na excreção de cálcio e fósforo nas fezes apenas em dietas sem FAD, fato explicado pelo seu alto teor de fósforo total (1,81%) e disponível (0,36%).

Para estudar a ação conjunta de duas enzimas exógenas na dieta de suínos em crescimento, FIREMAN et al. (2000) avaliaram o desempenho e o custo de produção de suínos, utilizando 50% de farelo de arroz integral (FAI) suplementados com fitase ou carboximetilcelulase, ou ainda com as duas enzimas combinadas, além de uma dieta convencional a base de milho e soja. Concluíram, que o uso de dietas contendo 50% de FAI, com ou sem enzima, não afetou o desempenho dos animais e proporcionou custos (tanto custo do kg do suíno produzido como o custo médio da alimentação por kg de peso vivo produzido), mais baixos do que os obtidos com dietas baseadas em milho e soja. Este trabalho ressalta outro ponto positivo do uso de enzimas exógenas como a fitase, onde regiões em que há muita oferta de alimentos alternativos ao milho e a soja, as enzimas podem ser utilizadas para melhorar a eficiência de tais ingredientes.

Para avaliar a influência de diferentes níveis de fitase, SILVA et al. (2003) avaliaram suínos em crescimento, alimentados com rações à base de milho, farelo de soja e FAD sobre a excreção de cálcio e fósforo nas fezes. Os

autores concluíram que a suplementação com níveis crescentes de fitase propiciou redução na excreção de minerais nas fezes.

3.4 Fatores que afetam a atividade da fitase

De acordo com PENZ JÚNIOR (1998), as enzimas digestivas podem perder sua atividade catalítica caso sua estabilidade seja afetada, resultante de alterações em sua estrutura secundária e/ou terciária. A eficácia da fitase microbiana em promover a hidrólise do fitato depende, entre outros fatores, de pH, umidade, temperatura, presença de certos minerais como o cálcio, de outras enzimas, além do tempo de passagem da digesta pelo trato gastrintestinal e do processo de mistura da ração.

A temperatura é um dos fatores que mais interfere na ação das enzimas. Quando o alimento é submetido a altas temperaturas, ocorre desnaturação irreversível, fazendo com que os animais não respondam positivamente à dieta. Vários experimentos mostram que altas temperaturas, como as utilizadas para a peletização (70°C), podem reduzir 15% a 25% a atividade da enzima. Uma solução seria adicionar enzimas às rações após o processo de peletização.

De acordo com CAMPBELL (1993), as enzimas são produtos secos, e a ausência de água livre aumenta sua estabilidade. Desta forma, quando os níveis de umidade aumentam, as enzimas sofrem hidratação e perdem conseqüentemente sua estabilidade.

Variações de pH entre as diferentes partes do trato gastrintestinal e o tempo de passagem, podem influenciar a eficiência da hidrólise do fitato no trato digestivo. O pH ótimo para ação da fitase comercial varia de 2,5 a 5,5. O pH do estômago varia de 1,0 a 4,5 e o pH do lúmen do trato gastrintestinal aumenta significativamente do duodeno para o íleo. O pH do duodeno varia de 4,8 imediatamente após a ingestão de alimentos, havendo redução gradual até 3,3. Já o pH do jejuno, que representa cerca de 90% do intestino, varia de 5,5 a 6,9 (KORNEGAY & YI, 1996).

JONGBLOED et al. (1992) realizaram ensaio de digestibilidade com suínos, utilizando T-canula no duodeno (aproximadamente 25 cm posterior ao

piloro) e no íleo (aproximadamente 15 cm anterior a junção íleo-cecal). Os suínos foram alimentados com dietas contendo fitase exógena, e 85% da atividade de fitase ingerida foi recuperada na digesta do duodeno. Entretanto, nenhuma atividade da fitase foi encontrada na digesta do íleo. Os autores concluíram que o local de maior atuação da fitase é no estômago e duodeno.

Confirmando os achados de JONGBLOED et al. (1992), KORNEGAY & YI (1996) afirmaram que a atividade da fitase na digesta, avaliada 3h após a ingestão, foi diminuindo na ordem: estômago, parte inicial do intestino delgado e final do intestino delgado. A atividade de fitase avaliada foi de 51% no estômago, 31% na parte inicial do intestino e 5% na porção final do intestino delgado.

A adição de ácidos orgânicos às dietas tem sido investigada, devido a sua capacidade em melhorar a atividade da fitase, pela acidificação do pH do intestino. OMOGBENIGUM et al. (2003), em seus estudos, concluíram que a adição de fitase e ácidos orgânicos a dietas de suínos melhorou a utilização do fitato. Em estimativas, os autores indicam que a adição de 500 UF/kg e 0,35% de nutri-acid são eficazes na utilização completa do fósforo de fontes inorgânicas, além de reduzir a excreção de fósforo em 20%.

A presença de certos minerais como flúor, cobre, mercúrio e ferro também inibem a atividade da fitase, entretanto, o cálcio parece ser o fator chave que influencia a atividade da fitase no trato gastrointestinal de monogástricos (WISE, 1983). O cálcio em excesso na dieta pode não somente se precipitar com o fitato, formando complexos insolúveis, como também interagir com o substrato, reduzindo a ação da enzima (BEDFORD, 2000).

Com o objetivo de avaliar a interferência dos níveis de cálcio da dieta de suínos sobre a utilização do fitato de fósforo, LEI et al. (1994), LIU et al. (1998) e SHELTON et al. (2004) observaram melhora na utilização do fósforo quando utilizaram dietas onde os níveis de cálcio foram menores que as recomendações das tabelas de nutrição. Assim, para máxima atividade da fitase, é necessário que os níveis de cálcio mantenham uma relação de Ca:P total entre 1,7:1 a 3:1 (BEERS & JONGBLOED, 1992), embora KORNEGAY & YI (1996) mencionem que não é conhecido se o fósforo disponível influencia a atividade da fitase.

3.5 Minerais e vitaminas

Os minerais ou elementos inorgânicos desempenham diversas funções no organismo animal, como constituintes das estruturas esqueléticas, manutenção do estado coloidal da matéria orgânica (viscosidade, difusão, pressão osmótica), regulação do equilíbrio ácido-básico e componente ou ativador de enzimas (MAYNARD & LOOSLI, 1974).

Os minerais estão presentes nas células e tecidos dos animais apresentando várias funções químicas e concentrações específicas, dependendo do elemento e do tecido considerado. Suas concentrações devem ser mantidas dentro de certos limites para garantir a integridade estrutural e funcional dos tecidos, auxiliando no crescimento, saúde e produtividade animal (UNDERWOOD, 1966).

Assim, são considerados essenciais quando atendem os seguintes critérios: presença em uma concentração constante; deficiência resultante em anormalidades estruturais; adição à dieta como fator de recuperação e alterações bioquímicas (NUNES, 1998).

Os alimentos, principalmente os vegetais, são as principais fontes de minerais para os animais. A quantificação do conteúdo de minerais nos vegetais e suas sementes determina o consumo e necessidade ou não de minerais numa criação. Sua concentração nos vegetais depende de alguns fatores como: gênero ou espécie da planta, tipo de solo, clima, sazonalidade e estágio de maturidade da planta (UNDERWOOD, 1966).

O suplemento mineral em dietas de suínos é utilizado há muitos anos, com objetivo de melhorar os índices de produção. No entanto, vem ocasionando problemas como a poluição ambiental e a elevação do custo das rações.

As vitaminas consistem de substâncias heterogêneas constituintes normais dos alimentos e essenciais a vida. São substâncias imprescindíveis ao metabolismo, porém, não participam como unidade estrutural das células (NUNES, 1998).

As vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) e algumas hidrossolúveis (B12, tiamina e piridoxina) são estocadas pelo organismo, quando em quantidades adequadas na alimentação. No entanto, outras (niacina, ácido pantotênico e

riboflavina) são menos eficientemente estocadas e sua ingestão em quantidade excessiva culmina com eliminação via excreção (McGLONE, 2000).

São necessárias quantidades mínimas de vitaminas para o funcionamento normal do organismo, diferenciando-se dos elementos minerais. Muitas vitaminas atuam como coenzimas nos sistemas metabólicos celulares (CHURCH & POND, 1977). As vitaminas são essenciais ao desenvolvimento normal dos tecidos, ao crescimento e à reprodução (PENZ & VIOLA, 1998).

As vitaminas podem ser sintetizadas nos tecidos animais a partir de substâncias precursoras inespecíficas, denominadas provitaminas. Estas dão origem somente a vitamina da qual é precursora e as demais podem originar outras substâncias que não vitaminas. São considerados provitaminas o betacaroteno, 7-deidrocolesterol e o ergosterol (NUNES, 1998).

Embora as vitaminas estejam presentes nos alimentos (vegetais e animais), sua suplementação tornou-se rotina em rações comerciais. Como o risco de intoxicação é relativamente pequeno, acreditava-se ser mais seguro adicionar vitaminas em excesso. No entanto, assim como o excesso de minerais nas rações é um problema na produção animal, o excesso de vitaminas também merece atenção, por se tratar de um ingrediente a mais adicionado às dietas, e que contribui para elevar o preço das rações.

A retirada de tais elementos das dietas de suínos, principalmente dos animais em terminação, tem sido utilizada por se tratar de uma fase curta que antecede o abate. SWECKER & THATCHER (1988) relataram que antes do aparecimento de sintomas clínicos da retirada de vitaminas das rações, a concentração no sangue e na urina tende a diminuir e, posteriormente, ocorre redução tanto das atividades metabólicas quanto das enzimáticas. Após estas alterações, serão observados sintomas clínicos reversíveis ou irreversíveis.

Inicialmente, KIM et al. (1997) reportaram que não houve efeito significativo da retirada do suplemento micromineral-vitamínico da dieta de suínos 45 dias antes do abate sobre o desempenho e qualidade de carne: cor, firmeza e marmoreio.

Já SPURLOCK et al. (1998) observaram redução significativa no crescimento e consumo de ração de suínos devido à retirada do suplemento micromineral-vitamínico 44 dias antes do abate.

A retirada do suplemento micromineral-vitamínico da ração de suínos 30 dias que antecederam o abate não causou efeitos negativos sobre o desempenho e saúde dos animais como foi demonstrado por McGLONE (2000). O autor sugere como alternativa para diminuir custos, além de reduzir o impacto ambiental durante a fase de terminação.

No entanto, EDMONDS & ARENTSON (2001), trabalhando com a retirada do suplemento micromineral-vitamínico da dieta de suínos, encontraram redução do teor de vitamina E no músculo *longissimus dorsi* e no presunto, assim como redução do teor de cobre no presunto. Os autores trabalharam com a retirada do suplemento seis e doze semanas antes do abate. Com isso, é clara a necessidade de mais pesquisas para elucidar o impacto causado pela retirada de tais elementos das dietas.

3.6 Fósforo

O fósforo é provavelmente o elemento mineral mais importante ao organismo animal. Tem participação vital no desenvolvimento e manutenção do esqueleto, funcionando como componente dos ácidos nucléicos que são essenciais para o crescimento e diferenciação das células. Em combinação com outros elementos, participa da manutenção do equilíbrio osmótico e ácido-básico, apresenta funções metabólicas incluindo a utilização e transferência de energia, formação de fosfolipídios e transporte de ácidos graxos, aminoácidos e de proteínas. O fósforo está ainda envolvido no controle do apetite (UNDERWOOD, 1966).

Os ossos não funcionam apenas como elementos estruturais, mas também como estoque de cálcio e de fósforo que podem ser mobilizados quando a ingestão é inadequada para atender as necessidades do organismo. Assim, o metabolismo mineral ósseo compreende não somente o acúmulo de cálcio e fósforo na fase de crescimento, como também a armazenagem e mobilização que ocorre no decorrer da vida do animal (MAYNARD & LOOSLI, 1974).

Nos monogástricos, pouco fósforo é excretado pela saliva, como ocorre nos ruminantes, a maior parte é excretada pelos rins, sendo a principal via de controle homeostático. O intestino delgado é o local de maior absorção do fósforo ingerido, particularmente o jejuno. Para sua absorção, são postulados dois

processos, um passivo pela redução recíproca do paratormônio que reduz a secreção de fosfato pela urina, e outro ativo dependente da vitamina D, relacionado à intensidade de absorção e reabsorção pelos rins (NUNES, 1998).

O fósforo, como um dos principais elementos estruturais do corpo, juntamente com o cálcio, é utilizado na contração muscular, na coagulação do sangue e no metabolismo de energia, sendo 80% do fósforo e 99% do cálcio são encontrados nos ossos e nos dentes. Suínos adultos, consumindo dietas deficientes, irão mobilizar fósforo dos ossos, podendo apresentar ossos frágeis e osteoporose (PENZ & VIOLA, 1998).

O milho é o ingrediente mais utilizado em dietas de suínos, porém a disponibilidade de fósforo no milho é menor que 15% (NRC, 1998). Dietas baseadas em milho devem ser suplementadas com fontes de fósforo inorgânico, como o fosfato bicálcico, para atender as necessidades de fósforo. Devido à baixa disponibilidade de fósforo nas dietas, altos níveis são excretados nos dejetos (SPENCER et al., 2000).

Recentemente, duas variedades mutantes de milho (*Zea mays L.*) com menor teor de fitato foram desenvolvidas, uma com 33% e outra com 66% menos fitato do que o milho tradicional. Fenotipicamente são semelhantes ao milho tradicional, no entanto, suas sementes apresentam consideravelmente menos fitato. Sendo assim, a biodisponibilidade do fósforo dessas variedades é maior em relação ao milho tradicional (SPENCER et al., 2000). Outra alternativa para melhorar a biodisponibilidade do fósforo dos vegetais, fósforo fítico, é o uso da enzima fitase.

De acordo com ENGSTRON et al. (1985), a hipofosfatemia se manifesta progressivamente em suínos submetidos a dietas deficientes em fósforo, atingindo média mínima de fósforo inorgânico no plasma, em torno de 34 a 41 dias de restrição. Com base nesta informação, alguns experimentos foram desenvolvidos para avaliar cinética e fluxo biológico do fósforo no organismo animal (VELOSO & MEDEIROS, 1999; LOPES, 1998; LOPES et al., 1999, 2001; FIGUEIREDO et al., 2000; MOREIRA et al., 2004).

Estes experimentos demonstraram a capacidade do organismo em promover reabsorção de fósforo do osso, destinado a equilibrar o fósforo na corrente sanguínea. MOREIRA et al. (2004) relataram que há menor mobilização

de fósforo nos ossos e maior nos rins, sugerindo que estes são os locais de maior intercâmbio do fósforo com o plasma e os fluidos intersticiais.

De acordo com LOPES (1998), os tecidos, osso, fígado e rins são importantes locais de intercâmbio de fósforo com o plasma, compartimento central, e os fluidos intersticiais na homeostase do fósforo. Sendo a taxa metabólica nestes tecidos influenciada pelo aumento da ingestão de fósforo da dieta.

A capacidade do organismo em promover a homeostase do fósforo em períodos de até 41 dias de restrição, aliado ao curto período da fase de terminação, levaram os pesquisadores a avaliar a redução do fósforo inorgânico em dietas de suínos nesta fase (CROMWELL et al., 1993; HARPER et al., 1997; MAVROMICHALIS et al., 1999; FURTADO, 2003). Os autores afirmaram não haver alterações nas características de desempenho, qualidade de carcaça, mineralização óssea, além de observarem redução na excreção de fósforo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local

O experimento foi desenvolvido no Setor de Suinocultura do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás-UFG, no período de Agosto a Outubro de 2004.

4.2 Animais

Foram utilizadas 24 fêmeas suínas de linhagem comercial, com idade inicial de 105 dias, peso médio de $66 \pm 0,14$ kg. Os animais foram adquiridos de uma granja produtora de suínos certificada pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), como sendo GSMD, granja de suínos com o mínimo de doenças.

4.3 Tratamentos

Para realização do experimento foram utilizados os seis tratamentos a seguir:

- T1 – Ração completa (grupo controle)
- T2 – Ração completa sem suplemento micromineral-vitamínico
- T3 – Ração completa sem suplemento micromineral-vitamínico e com fitase
- T4 - Ração completa sem suplemento micromineral-vitamínico, sem 1/3 de fósforo inorgânico e com fitase
- T5 – Ração completa sem suplemento micromineral-vitamínico, sem 2/3 de fósforo inorgânico e com fitase
- T6 – Ração completa sem suplemento micromineral-vitamínico, sem fósforo inorgânico e com fitase.

4.4 Rações Experimentais

As dietas experimentais foram isonutritivas, com exceção do elemento fósforo que foi retirado gradativamente das dietas. As rações foram formuladas a base de milho, farelo de soja e farelo de trigo, preparadas na fábrica de ração da Escola de Veterinária da UFG, utilizando um misturador vertical com capacidade de 500 kg.

Para formulação das rações experimentais (Tabela 1), foram adotadas as exigências e a composição dos alimentos sugerida pelas tabelas brasileiras (ROSTAGNO et al, 2000), levando em consideração também às recomendações da genética. Os animais receberam água e ração à vontade.

A enzima utilizada, NATUPHOS 5000[®], da empresa BASF NUTRIÇÃO ANIMAL, é a marca registrada da fitase obtida por fermentação com fungos do grupo *Aspergillus niger*. A enzima fitase foi utilizada na quantidade de 500 UF (unidades de fitase)/kg.

Uma unidade de atividade de fitase é definida pela quantidade de enzima que libera 1 micromol de fósforo em um minuto num substrato de sódio-fitato a 37°C em pH 5,5.

De cada partida de ração foi coletada uma amostra para posterior análise quanto à composição de proteínas, extrato etéreo, cálcio e fósforo de acordo com a metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2002). As análises foram realizadas no Centro de Pesquisas em Alimentos (CPA) da Escola de Veterinária da UFG.

Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais.

Alimento	Composição Alimentar					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	72,37	71,68	71,68	71,52	71,34	71,20
F. Soja-46	16,77	16,35	16,35	16,25	16,15	16,04
F. Trigo	7,22	8,83	8,83	9,21	9,62	10,00
Calcário calcítico	1,20	1,21	1,21	1,46	1,72	1,98
Fosfato bicálcico	1,17	1,15	1,15	0,78	0,39	0,00
Suplemento Vit ²	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
L-Lisina-HCL	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Inerte	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09
Suplemento Min ¹	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fitase	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
DL-MET 99	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes Calculados						
Energia Met (kcal/kg)	3,270	3,270	3,270	3,270	3,270	3,270
Proteína (%)	16,70	16,70	16,70	16,70	16,70	16,70
Cálcio (%)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
P – Disp (%)	0,32	0,32	0,32	0,25	0,18	0,12
P –Total (%)	0,51	0,52	0,52	0,46	0,39	0,32
Na (%)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Met (%)	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Lys (%)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82

1 - Suplemento micromineral, suprimindo as seguintes quantidades por kg do produto: 30000 mg de Mn, 90000 mg de Fe, 16000 mg de Cu, 140000 mg de Zn, 850 mg de I e Co, 200 mg.

2 - Suplemento vitamínico, suprimindo as seguintes quantidades por kg do produto: 630.000 UI de vit. A, 135.000 UI de vit. D3, 2.475 mg de vit. E, 130 mg de vit. K3, 101 mg de vit. B1, 101 mg de vit. B6, 2.025 mcg de vit. B12, 1.525 mg Ácido pantotênico, 3.150 mg de niacina, 2.500 mg de promotor de crescimento e 75,0 mg de selênio.

4.5 Instalações

Para execução do trabalho, os animais foram alojados individualmente em galpão de terminação, contendo 24 baias dispostas em fila dupla com um corredor central. O galpão é edificado no sentido leste-oeste e possui pé direito de 3 m. As baias são construídas em alvenaria, com piso compacto, dotadas de bebedouro do tipo “chupeta” e comedouro tipo cocho construído em concreto.

O manejo de limpeza do galpão seguiu a metodologia proposta por SOBESTIANSKY et al. (1998), que recomendam a retirada diária dos dejetos e a lavagem das baias duas vezes por semana.

4.6 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo cada animal considerado uma unidade experimental. Para as variáveis de desempenho e características da carcaça foram utilizados seis tratamentos e quatro repetições. Com relação as variáveis cinza e minerais nos ossos, foram utilizados sete tratamentos e quatro repetições, uma vez que foi incluído o tratamento testemunha com os animais abatidos aos 105 dias de idade.

As análises de variância (Tabelas 2 e 3) apresentam as seguintes fontes de variação e graus de liberdade:

Tabela 2. Análise de variância para desempenho e características da carcaça de suínos em terminação

Fontes de variação	Graus de liberdade
Tratamentos	5
Erro	18
Total	23

Tabela 3. Análise de variância para cinzas e níveis de minerais nos ossos de suínos em terminação

Fontes de variação	Graus de liberdade
Tratamentos	5
Erro	22
Total	27

O modelo matemático adotado para a análise de variância foi:

$$Y_{ij} = M + T_i + e_{ij}$$

Onde:

i = Tratamentos (1,...,6)

j = Repetições (1,...,4)

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, empregando-se o programa General Linear Models do SAS (1998).

4.7 Variáveis analisadas

4.7.1 Desempenho

Para avaliação do desempenho, os animais foram pesados no início do experimento e de 14 em 14 dias, até atingir o peso médio final de $123 \pm 0,8$ kg (175 dias de vida). O consumo de ração também foi quantificado de 14 em 14 dias e foram calculados os valores de ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD) e conversão alimentar (CA).

4.7.2 Características da carcaça

Ao final do período experimental, 24 animais foram abatidos e avaliados quanto à espessura de toucinho (ET), área de olho de lombo (AOL), rendimento da carcaça (RC), comprimento da carcaça (CC) e peso da carcaça (PC). Para tanto, foi utilizada a metodologia proposta pela Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS, 1973). Os animais foram abatidos e as meias-carcaças submetidas à câmara fria por 24h, à temperatura de 2°C a 4°C. Após o resfriamento, foram mensuradas as variáveis com a carcaça dependurada pela

pata posterior. As medidas e os cortes foram efetuados na meia carcaça esquerda.

O comprimento da carcaça foi tomado do bordo cranial da sínfise pubiana ao bordo crânio-ventral do atlas, medido em centímetros. A ET foi avaliada em três pontos: primeira costela, última costela e última vértebra lombar. Após, foi feita a média dos três pontos para se obter o valor da ET médio.

Para avaliar a área de olho de lombo (AOL) foi realizado um corte na altura da articulação da última vértebra torácica com a primeira vértebra lombar, perpendicular a linha dorso-lombar. Após o corte, colocou-se papel vegetal transparente sobre a área de olho de lombo e fez-se o contorno com caneta. Este “desenho” foi quantificado em cm². O rendimento da carcaça (RC) foi obtido pela divisão do peso da carcaça pelo peso vivo do respectivo animal, multiplicado por 100, conforme equação:

$$RC = \frac{\text{Peso da carcaça}}{\text{Peso vivo}} \times 100$$

4.7.3 Cinzas e níveis de minerais nos metacarpos

As análises de cinzas e minerais nos ossos foram realizadas no Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária da UFG (CPA). Para tanto, foram coletados os ossos metacarpos de quatro animais abatidos aos 105 dias (animais controle) e 24 aos 175 dias (animais experimentais). A avaliação do teor de cinzas foi realizada utilizando-se a metodologia proposta por SILVA & QUEIROZ (2002), sendo que os ossos foram secos em estufa a 60°C por 72h, e depois moídos. Amostras de 2 g foram retiradas e submetidas ao forno mufla a 200°C por 2h, 300°C por 1h e 500°C por 4h, obtendo-se as cinzas. Para análise dos níveis de minerais nos ossos, as cinzas foram diluídas em solução de ácido clorídrico e ácido nítrico a 50%, fervidas a 150°C e filtradas com água destilada, medindo-se pelo método colorimétrico o teor de fósforo (P) e por espectrofotometria de absorção atômica os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), zinco (Zn), manganês (Mn) e sódio (Na).

4.7.4 Avaliação econômica

Para avaliação econômica, foi utilizada a metodologia descrita por BARBOSA et al. (1992) que determinaram a fórmula para calcular o custo médio em ração, por quilograma de peso vivo ganho na fase total de crescimento e terminação.

$$IC = \frac{CTei}{MCE} \times 100$$

Em que:

IC = índice de custo médio

MCE = menor custo médio em ração, por quilograma de peso vivo ganho, observado entre os tratamentos

CTei = custo médio do tratamento i considerado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Desempenho

Na análise dos resultados de desempenho não foram observadas diferenças ($P>0,05$) tanto no GPMD como na CA ao comparar animais que receberam ração completa e animais submetidos a dietas onde foi retirada a suplementação micromineral-vitamínica, com ou sem adição de fitase (Tabela 4).

Tabela 4. Ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD) e conversão alimentar (CA) de suínos em terminação, com idade inicial de 105 dias e final de 175 dias

Tratamentos	Variáveis analisadas		
	GPMD (kg)	CRMD (kg)	CA
T1. ração completa	1,117 ^A	2,997 ^A	2,692 ^{AB}
T2. ração sem microminerais e vitaminas	0,942 ^{AB}	2,535 ^B	2,695 ^{AB}
T3. ração T2 + fitase	0,977 ^{AB}	2,637 ^B	2,730 ^{AB}
T4. ração T2, sem 1/3 fósforo inorgânico + fitase	0,995 ^{AB}	2,585 ^B	2,602 ^B
T5. ração T2, sem 2/3 de fósforo inorgânico + fitase	1,002 ^{AB}	2,720 ^B	2,742 ^{AB}
T6. ração T2, sem fósforo inorgânico + fitase	0,890 ^B	2,602 ^B	2,935 ^A
CV (%)	11,54	6,55	6,58

^{A,B} em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($P>0,05$).

Com relação ao CRMD, foi observada redução ($P<0,05$) no consumo para os animais alimentados com dietas sem suplementação micromineral-vitamínica, com ou sem fitase. No entanto, essa redução no consumo de ração não foi refletida no ganho de peso. Conforme os resultados observados, pode-se sugerir que a retirada de tais suplementos das dietas de suínos em terminação, adicionando-se ou não fitase, não afeta sua capacidade de desenvolvimento.

Foi observada redução ($P<0,05$) no GPMD ao se comparar os animais que consumiram ração completa (T1) com animais que receberam ração onde

foram retirados 100% de fósforo inorgânico, microminerais e vitaminas, adicionando fitase (T6). Para a mesma variável, não foram encontradas diferenças entre os demais tratamentos, sugerindo que a retirada de microminerais, vitaminas e até 2/3 de fósforo inorgânico com adição de fitase não afetou o desempenho dos animais.

Foi observado maior CRMD ($P < 0,05$) para os animais que receberam ração completa (T1). Entre os demais tratamentos não foram verificadas diferenças para o consumo de ração ($P > 0,05$).

A pior CA foi apresentada pelos animais que receberam rações onde foram retirados 100% de fósforo inorgânico (T6), no entanto, diferiu apenas dos animais que receberam ração sem 1/3 de fósforo inorgânico (T4), que apresentaram a melhor CA. Não foi verificada diferença entre os demais tratamentos.

Estes resultados concordam com as afirmativas de McGLONE (2000) de que deficiências de minerais e vitaminas levam semanas ou até meses para produzirem manifestações clínicas, bem como dietas para suínos geralmente são formuladas para exceder as necessidades nas diferentes fases de desenvolvimento.

Neste trabalho, a retirada do suplemento micromineral-vitamínico, com adição ou não de fitase, nos 70 dias que antecederam o abate não interferiu no desempenho, nem tampouco foram observados sinais clínicos de deficiências. Dessa forma, pode ser uma prática na redução de custos e da excreção de minerais nos dejetos de suínos.

Resultados semelhantes foram encontrados por PATIENCE & GILLIS (1996), MAVROMICHALIS et al. (1999), EDMONDS & ARENTSON (2001), NUNES et al. (2002) que avaliaram a retirada de minerais e vitaminas da dieta de suínos em terminação e não observaram efeitos negativos sobre o desempenho dos animais.

Avaliando a retirada do suplemento micromineral-vitamínico da dieta de suínos 30 dias antes do abate, McGLONE (2000) também não encontrou efeitos negativos sobre o desempenho e saúde dos animais. Ressaltou que a não observação de sinais clínicos de deficiência de minerais e vitaminas sugere que os tecidos de armazenamento e utilização destes nutrientes, bem como os

conteúdos existentes nos ingredientes da dieta foram capazes de suprir as exigências durante 30 dias de experimento.

Da mesma forma, a retirada de suplemento micromineral-vitamínico não afetou o desempenho de suínos 28 dias antes do abate nos estudos de SHAW et al. (2002). Além disso, reduziu a excreção de nutrientes e o custo da alimentação, sendo uma prática atrativa para os criadores de suínos.

Concordando com este experimento, SHELTON et al. (2004) em estudo semelhante, trabalharam com a retirada de minerais e adição de fitase da dieta de suínos. Encontraram que o GPMD não foi afetado pela retirada do suplemento micromineral-vitamínico com a adição ou não de fitase.

Pode-se sugerir que a ação da fitase foi eficaz para substituir a retirada do suplemento micromineral-vitamínico, e até em 2/3 do fósforo inorgânico, uma vez que não foram verificadas diferenças estatísticas para GPMD e CA entre os animais de tais tratamentos comparados com animais que receberam dieta controle.

Estes resultados podem ser explicados pela ação da enzima fitase em melhorar a utilização do fósforo dos vegetais, principalmente milho e farelo de soja, principais ingredientes das dietas de monogástricos. A eficácia da fitase também foi comprovada nos estudos de JONGBLOED et al. (1996), KORNEGAY (1996) SHELTON et al. (2003).

Em ensaio *in vitro*, quatro dietas foram incubadas sob condições semelhantes às do intestino de suínos. Os dados obtidos revelaram que a adição de fitase aumentou a hidrólise do fitato de 44% para 87,5% quando comparado à dieta com redução de fósforo inorgânico. Este resultado foi ainda maior quando os autores adicionaram além de fitase, ácidos orgânicos, onde a hidrólise foi de 90,1% (OMOGBENIGUN et al., 2003). Estes resultados mostram a eficácia da enzima fitase em promover a hidrólise do fitato e conseqüentemente disponibilizar mais fósforo para os animais. Ainda ressalta-se o efeito benéfico da adição de ácidos orgânicos na diminuição do pH do intestino dos suínos, para melhor atuação da enzima.

A inabilidade dos suínos em utilizar o fósforo a partir do milho e farelo de soja foi claramente evidenciada por CROMWELL et al. (1993). De acordo com os autores, suínos alimentados com dietas contendo somente fósforo destes

ingredientes, apresentaram menores taxas e menor eficiência em converter alimento em ganho de peso e redução na mineralização óssea. No entanto, ao suplementar esta dieta com fitase, observou-se melhora na utilização do fósforo do fitato no milho e na soja. A um nível alto de suplementação (1000 UF/kg de dieta), aproximadamente 1/3 do fósforo ligado ao complexo fitato-P foi disponibilizado pela enzima.

Vale salientar, que os mecanismos de homeostase do fósforo no organismo são muito eficientes. Há contínuo intercâmbio de cálcio e fósforo entre o sangue e os ossos e entre várias partes do esqueleto, sendo mais ativo nos ossos esponjosos. Quando a absorção intestinal é baixa, os níveis de fósforo na urina são reduzidos, ocorre aumento na reabsorção de fósforo nos túbulos renais, chegando próximo a 99%, visando manter a concentração do mesmo no sangue (MAYNARD & LOOSLI, 1974; CHURCH & POND, 1977; MOREIRA et al., 2004).

Ressalta-se que o presente experimento foi realizado com animais em terminação, 70 dias que antecederam o abate, ou seja, um curto período. Além disso, a terminação é justamente a fase em que as necessidades nutricionais dos animais são reduzidas.

Estudos anteriores encontraram efeitos positivos quanto ao desempenho de suínos ao reduzir os níveis de fósforo inorgânico das dietas suplementadas com fitase (HARPER et al., 1997; O`QUINN et al., 1997a). Sendo semelhantes aos do presente experimento em que a retirada de até 2/3 do fósforo das dietas suplementadas com fitase mostrou-se viável.

Para estimar as necessidades de fósforo digestível para suínos em crescimento-terminação, O`QUINN et al. (1997b) trabalharam com animais em duas fases, 50 kg – 80 kg e 80 kg – 118 kg. Para a primeira fase utilizaram tratamentos que continham 25% maior ou 25% menor quantidade de fósforo em comparação a dieta basal de acordo com o NRC (1998). Já para a segunda fase, utilizaram-se dietas que continham 25% mais ou 33% menos fósforo. Os autores constataram que para animais de até 80 kg a redução de 25% de fósforo não afetou o desempenho. No entanto, para animais com peso acima de 80 kg, a retirada de 33% de fósforo, que consistiu de todo o fósforo inorgânico, resultou em piora na conversão alimentar. Este resultado está de acordo com os

encontrados neste experimento, onde a retirada de 100% do fósforo inorgânico da dieta resultou em piora na conversão alimentar.

Os resultado desta pesquisa são semelhante aos encontrados por CROMWELL et al. (1995) que verificaram melhora nos parâmetros de desempenho ao suplementar fitase em dietas pobres em fósforo inorgânico. No entanto, quando a retirada foi de 100% do fósforo, nem a adição de fitase foi capaz de reverter os prejuízos no desempenho.

Entretanto, HAN et al. (1997), avaliando a substituição total do fósforo inorgânico por suplementação com fitase, não observaram efeito significativo sobre o desempenho de suínos em crescimento, ao fornecerem dietas à base de milho e farelo de soja ou farelo de arroz, suplementadas com fosfato ou fitase. Da mesma forma, LUDKE et al. (2000) não encontraram redução no desempenho dos suínos adicionando ou não o fosfato bicálcico e/ou fitase em dietas a base de milho e farelo de soja ou farelo de arroz desengordurado.

A enzima fitase foi estudada por ADEOLA et al. (1995) que observaram aumento na taxa de crescimento dos suínos. Os autores afirmam que tal resposta está relacionada com o aumento na concentração de P, Mg, Zn no plasma, resultado ocasionado pela ação da fitase em liberar mais efetivamente os minerais que estão na forma de complexo com o fitato nos vegetais.

Trabalhando com suplementação de fitase em dietas pobres em Ca e P disponível, sem suplemento mineral sobre o desempenho de suínos, SHELTON et al. (2004) observaram que animais submetidos a dietas pobres em Ca e P disponível, apresentaram redução no ganho diário de peso. No entanto, quando a enzima fitase foi adicionada, apresentaram o mesmo ganho diário de peso dos animais da dieta controle, mostrando a eficácia da enzima. O consumo de ração e a conversão alimentar não foram afetados pela retirada de Ca e P disponível. No presente experimento, o tratamento onde foi retirado o suplemento micromineral-vitamínico e todo o P inorgânico (T6) mesmo com adição de fitase, apresentou redução do GPMD ($P < 0,05$), mostrando que a retirada total do fósforo inorgânico da ração mesmo com adição de fitase reduziu o desempenho de suínos em fase de terminação.

Para avaliar a eficácia da fitase sobre dietas pobres em fósforo, MURRY et al. (1997) encontraram melhora no desempenho de suínos que

receberam dietas suplementadas com fitase. Observaram aumento linear no ganho de peso à medida que os níveis de fitase aumentavam, 0 UF, 700 UF e 1.000 UF/kg de dieta. Este resultado não foi verificado para os animais que receberam teores adequados de fósforo. Entretanto, FIALHO et al. (2004), avaliando também níveis crescentes de fitase (0 UF, 400 UF, 800 UF e 1.200 UF/kg de dieta), não observaram efeito significativo sobre o ganho de peso e consumo de ração. No entanto, as tendências de maior ganho de peso proporcionaram conversão alimentar significativamente melhor. No presente experimento, avaliou-se um nível de fitase (500 UF) e não foram utilizadas dietas adequadas em fósforo com adição de fitase.

LEI et al. (1993) trabalharam com suplementação de fitase em dietas pobres em fósforo para suínos ao desmame, testando quatro níveis de fitase (750 UF, 1.050 UF, 1.250 UF e 1.350 UF/kg de dieta). Esta pesquisa revelou que o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar foram melhorados pela adição de fitase. No entanto, estes benefícios só foram observados quando os níveis de suplementação foram além de 1.050 UF/kg de dieta. Estes resultados discordam deste experimento, em que se observaram bons resultados com suplementação de 500 UF, além disso, trabalhou-se com animais em terminação, cujas exigências são diferentes das dos animais do experimento de LEI et al. (1993).

Os resultados deste experimento estão em desacordo com os achados por SANTOS (2004) que, observou piora no desempenho de suínos submetidos à dietas onde foram retirados os suplementos micromineral-vitamínico e níveis de fósforo inorgânico, adicionando-se ou não fitase. O autor trabalhou com suínos em terminação até 100 kg, diferente deste estudo onde os animais foram avaliados até os 120 kg.

5.2 Características da carcaça

Na avaliação dos resultados para características da carcaça, não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis ET, RC e AOL (Tabela 5).

Tabela 5. Médias do comprimento de carcaça (CC), espessura de toucinho (ET), peso da carcaça (PC), rendimento da carcaça (RC) e área de olho de lombo (AOL) de suínos em terminação, com idade inicial de 105 dias e final de 175 dias

Tratamentos	Variáveis analisadas				
	CC (cm)	ET (mm) ^{Ns}	PC (kg)	RC (%) ^{Ns}	AOL (cm) ^{Ns}
T1. ração completa	104,00 ^A	23,80	103,03 ^A	78,21	49,34
T2. ração sem microminerais e vitaminas	100,75 ^{AB}	24,95	91,99 ^B	77,39	49,18
T3. ração T2 + fitase	100,25 ^{AB}	22,38	96,49 ^{AB}	80,02	51,60
T4. ração T2, sem 1/3 P inorg. + fitase	99,50 ^{AB}	22,54	97,20 ^{AB}	76,36	46,60
T5. ração T2, sem 2/3 de P inorg. + fitase	101,25 ^{AB}	21,49	96,35 ^{AB}	77,91	49,18
T6. ração T2, sem P inorgânico + fitase	98,75 ^B	23,24	92,50 ^B	76,69	46,28
CV (%)	2,97	13,27	5,63	3,71	12,30

^{Ns}: Não houve diferença estatística pelo teste de Duncan ($P > 0,05$)

^{A,B} em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($P > 0,05$)

Avaliando os resultados para CC não foram observadas diferenças estatísticas ao se comparar animais que receberam ração completa (T1) e animais que receberam ração sem suplementação micromineral-vitamínica, com ou sem a adição de fitase (T2 e T3). Já no PC, foi observada redução ($P < 0,05$) para os animais que receberam ração sem suplementação (T2). No entanto, ao adicionar fitase (T3) ocorreram melhoras significativas, não diferindo dos animais que receberam ração completa.

Ocorreu redução no CC ($P < 0,05$) para os animais que receberam ração sem fósforo inorgânico, microminerais e vitaminas, adicionando-se fitase (T6). Porém, esta diferença foi observada apenas em relação aos animais que receberam ração completa.

Para a variável PC, os menores valores encontrados foram para os animais que receberam ração sem fósforo inorgânico (T6) e sem microminerais e vitaminas (T2) diferindo ($P < 0,05$) dos animais que receberam ração completa (T1). No entanto, não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$) ao se comparar ração completa com ração onde se retirou até 2/3 de fósforo inorgânico (T5). A

ação da fitase foi eficaz para manter as características da carcaça em suínos alimentados com rações onde a retirada de fósforo foi de até 2/3.

Com base nestes dados, pode-se sugerir que a retirada do suplemento micromineral-vitamínico, com adição ou não de fitase, não afetou a maior parte dos parâmetros de avaliação da carcaça, exceto a variável PC. No entanto, com a adição de fitase houve melhora neste parâmetro, não diferindo dos demais tratamentos.

Esses resultados concordam com estudos prévios de PATIENCE & GILLIS (1996), MAVROMICHALIS et al. (1999), SHAW et al. (2002), FURTADO (2003) e SANTOS (2004) que também não observaram efeitos negativos da retirada dos suplementos micromineral-vitamínico das dietas de suínos em fase de terminação sobre as características da carcaça. Provavelmente, esse fato está relacionado ao curto período de retirada da suplementação dos animais deste experimento.

NUNES et al. (2001) avaliaram a retirada dos suplementos micromineral-vitamínico para suínos em terminação e não encontraram efeitos negativos sobre a ET, CC e PC, concordando parcialmente com os obtidos no presente experimento. Os autores encontraram maior RC para os animais que receberam suplementação micromineral-vitamínica, assim como encontraram interação entre uso de vitaminas e minerais e, na presença da suplementação com vitaminas, o suplemento mineral causou um aumento significativo para AOL.

Entretanto, resultados negativos foram encontrados por EDMONDS & ARENTSON (2001) que, trabalhando com a retirada do suplemento micromineral-vitamínico seis e 12 semanas antes do abate, encontraram redução de 75% na concentração de vitamina E no músculo *longíssimus dorsi* e no presunto, bem como redução na concentração de cobre no presunto. Os autores concluíram que a suplementação deve ser realizada para otimizar a qualidade da carne.

Avaliando suínos nas fases de crescimento-terminação, SHELTON et al. (2004) retiraram da dieta o suplemento micromineral. Os autores encontraram mínimos efeitos sobre as características da carcaça, como aumento na espessura de toucinho, diminuição do comprimento da carcaça e peso do presunto. No entanto, neste experimento os autores trabalharam com suínos de 22 kg a 109 kg, diferente dos outros trabalhos realizados apenas na fase de terminação.

Resultados semelhantes foram encontrados por KIM et al. (1997) que, analisando características de carcaça de suínos alimentados com dietas sem suplementação micromineral-vitamínica, não detectaram diferenças. O mesmo foi verificado por MAVROMICHALIS et al. (1999) que não verificaram efeitos sobre características de carcaça ao retirarem 1/3 e 2/3 de fósforo inorgânico da ração de suínos na fase de terminação, exceto por um aumento de 1,5 mm na espessura de toucinho, quando 2/3 de fósforo inorgânico foram retirados da dieta. Já LINDEMANN et al. (1995) não encontraram efeitos sobre as características da carcaça ao retirar todo o fósforo inorgânico da dieta de suínos em terminação.

Com o objetivo de avaliar a substituição do fósforo inorgânico por 300 UF e 500 UF, O`QUINN et al. (1997a) não encontraram diferenças nos parâmetros quantitativos da carcaça de suínos em terminação, suplementando fitase ou fósforo.

Com relação aos parâmetros de avaliação de carcaça, SHELTON et al. (2004) encontraram redução no peso da carcaça dos animais submetidos a dietas pobres em Ca e P disponível em relação à dieta basal. Este resultado foi revertido com a adição da fitase, concordando com os resultados do presente experimento. No experimento em análise os animais submetidos a dietas pobres em fósforo suplementadas com fitase não diferiram dos animais submetidos à dieta completa, exceto pelo tratamento onde foi retirado todo o fósforo inorgânico.

4.3 Cinzas

Na análise dos resultados para cinzas nos ossos (Tabela 6), não foram observadas diferenças entre os tratamentos ($P>0,05$), mostrando não haver redução na quantidade de cinzas, quando se retirou o suplemento micromineral-vitamínico, 1/3, 2/3 ou todo o fósforo inorgânico de dietas onde se havia suplementado com fitase.

Tabela 6. Resultados médios da percentagem de cinzas nos ossos metacarpos de suínos em terminação, com idade inicial de 105 dias e final de 175 dias.

Tratamentos	Variável analisada
	Cinzas (%) ^{Ns}
Te. animais testemunha	59,81
T1. ração completa	56,39
T2. ração sem microminerais e vitaminas	58,94
T3. ração T2 + fitase	56,56
T4. ração T2, sem 1/3 fósforo inorgânico + fitase	59,93
T5. ração T2, sem 2/3 de fósforo inorgânico + fitase	59,31
T6. ração T2, sem fósforo inorgânico + fitase	58,81
CV (%)	4,69

^{Ns}: Não houve diferença estatística pelo teste de Duncan (P>0,05)

As cinzas ósseas são constituídas em sua grande maioria por cálcio e fósforo (SILVA & QUEIROZ, 2002). O fósforo do plasma e dos fluidos extracelulares mantém intercâmbio com as células dos tecidos, sendo a taxa metabólica determinada, além de outros fatores, pelo consumo. Neste caso, por mecanismos hormonais, as células apresentam maior permeabilidade ao íon fósforo, fazendo com que, em casos de menor consumo, maior quantidade do íon seja captada dos fluidos extracelulares (LOPES et al., 2001). Este fato pode explicar o motivo pelo qual, em situações onde existe baixa ingestão de fósforo, o organismo por mecanismos hormonais retenha maior quantidade do nutriente.

Os resultados deste experimento concordam com os de PETER et al. (2001) que trabalharam com a retirada de alguns minerais como, fósforo, zinco, cobre e manganês e adição de 300 UF ou 500 UF/kg de dieta para suínos em terminação (84 kg). Não observaram variações na percentagem de cinzas nos ossos, no entanto, encontraram diminuição no peso dos ossos metacarpos e peso das cinzas comparando a dieta controle com as dietas suplementadas com fitase.

Resultados semelhantes também foram encontrados por SHELTON et al. (2004) que, avaliando a retirada de minerais suplementando ou não com fitase,

não encontraram diferenças na percentagem de cinzas nos ossos de suínos em terminação.

Estes resultados concordam também com os de HARPER et al. (1997) ao verificar que suplementar fitase a dietas pobres em fósforo tem efeito semelhante ao de suplementá-las com fontes inorgânicas. CROMWELL et al. (1995) e SHELTON et al. (2004) verificaram redução na percentagem de cinzas e resistência nos ossos de suínos submetidos à dietas pobres em P. No entanto, ao suplementar estas dietas com fitase, esse resultado foi revertido.

Trabalhando com suínos ao desmame, OMOGBENIGUN et al. (2003) encontraram menor teor de cinzas nos ossos de suínos alimentados com dietas com níveis reduzidos de fósforo (controle negativo). Entretanto, a suplementação dessa dieta (controle negativo) por fitase ou fitase+ácidos orgânicos levou ao aumento no teor de cinzas semelhante aos da dieta controle.

Já HELANDER & PARTANEN (1994), trabalhando com suínos em terminação submetidos a dietas com baixos níveis de fósforo, observaram aumento na percentagem de cinzas nos ossos e redução no teor de fósforo, porém, sem causar enfraquecimento ósseo.

Os resultados deste experimento discordam em parte de O' QUINN et al. (1997a) que observaram queda na percentagem de cinzas nos ossos de suínos que receberam dietas com baixo teor de fósforo inorgânico. Entretanto, os autores encontraram resultados semelhantes ao observarem que não houve diferença em suplementar fósforo a partir de fontes inorgânicas ou pelo uso da fitase. Os resultados de LUDKE et al. (2000) também discordam do presente experimento, que encontraram maior percentagem de cinzas nos ossos em suínos alimentados com dietas a base de milho, farelo de soja e fosfato bicálcico, quando comparado a animais que receberam rações pobres em fósforo suplementadas com fitase. No entanto, os autores trabalharam com animais em fase de crescimento, onde o fósforo e o cálcio apresentam maiores trocas no sistema osso-sangue-tecido.

4.4 Minerais nos ossos

Na análise dos resultados de minerais nos ossos, foram encontradas diferenças ($P < 0,05$) para os elementos P (Tabela 8) e Na (Tabela 9) ao comparar

animais testemunhas (Te), abatidos no início do experimento (105 dias de idade) com animais que receberam ração completa (abatidos com 175 dias). Essa diminuição nos níveis de P e Na pode ser justificada pela diferença de idade dos animais, pois de acordo com MAYNARD & LOOSLY (1974), o desenvolvimento ósseo declina antes que os animais atinjam a idade adulta.

Avaliando a retirada de microminerais e vitaminas, com ou sem adição de fitase (T2 e T3), em relação à dieta completa (T1), pode-se observar que não houve diferença ($P>0,05$) para os níveis de Ca, Mg, P, K. Já para o elemento Na foi verificado um aumento nos animais submetidos à dieta sem suplemento adicionada de fitase (T3). Este fato pode ser explicado pela capacidade da enzima fitase de liberar além do P do complexo fitato-P alguns minerais, além de aminoácidos presentes na molécula do ácido fítico (KIES, 1996).

Tabela 7. Médias da composição mineral: fósforo (P), cálcio (Ca), potássio (K) e magnésio (Mg) dos ossos metacarpos de suínos em terminação, com idade inicial de 105 dias e final de 175 dias.

Tratamentos	Variáveis analisadas			
	P (%)	Ca (%) ^{Ns}	K (ppm)	Mg (ppm) ^{Ns}
Te. animais testemunhas	7,06 ^A	10,97	312,86 ^{AB}	1,45
T1. ração completa	6,00 ^{BC}	10,82	287,93 ^{AB}	1,55
T2. ração sem microminerais e vitaminas	5,76 ^{BC}	11,36	354,50 ^{AB}	1,45
T3. ração T2 + fitase	6,41 ^{AB}	12,01	364,19 ^{AB}	1,55
T4. ração T2, sem 1/3 de fósforo inorgânico + fitase	5,97 ^{BC}	10,93	357,97 ^{AB}	1,83
T5. ração t2, sem 2/3 de fósforo inorgânico + fitase	5,59 ^{BC}	10,70	409,75 ^A	1,38
T6. ração T2, sem fósforo inorgânico + fitase	5,52 ^C	11,39	249,88 ^B	1,58
CV (%)	8,58	7,92	27,75	19,21

^{Ns}: Não houve diferença estatística pelo teste de Duncan ($P>0,05$)

^{A,B,C}: Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($P>0,05$)

Avaliando todos os tratamentos, pôde-se observar redução gradativa no teor de P nos ossos à medida que foi retirado o fósforo inorgânico da ração. No entanto, esta redução não foi significativa ($P>0,05$). Redução significativa ($P<0,05$) foi observada apenas no tratamento onde foi retirado todo fósforo inorgânico e adicionado fitase (T6) em relação aos animais testemunhas. Provavelmente, mesmo com a presença da enzima fitase na ração, a retirada de 100% do fósforo resultou em maior reabsorção de P nos ossos. De acordo com LOPES (1998), para manter a homeostase a reabsorção de P do osso e dos tecidos moles aumenta com a diminuição da quantidade de P absorvida.

Tabela 8. Médias da composição mineral: sódio (Na), manganês (Mn) e zinco (Zn) dos ossos metacarpos de suínos em terminação, com idade inicial de 105 dias e final de 175 dias.

Tratamentos	Variáveis analisadas		
	Na (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Te. animais testemunhas	4,62 ^A	3,05 ^{BC}	54,50 ^{AB}
T1. ração completa	4,05 ^B	1,28 ^C	64,59 ^A
T2. ração sem microminerais e vitaminas	4,31 ^{AB}	5,79 ^A	40,32 ^C
T3. ração T2 + fitase	4,52 ^A	5,24 ^{AB}	58,81 ^{AB}
T4. ração T2, sem 1/3 de fósforo inorgânico + fitase	4,51 ^A	3,02 ^{BC}	52,46 ^B
T5. ração t2, sem 2/3 de fósforo inorgânico + fitase	4,29 ^{AB}	1,23 ^C	50,86 ^B
T6. ração T2, sem fósforo inorgânico + fitase	3,97 ^B	1,34 ^C	49,89 ^{BC}
CV (%)	5,58	49,35	12,35

^{NS}: Não houve diferença estatística pelo teste de Duncan ($P>0,05$)

^{A,B,C}: em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($P>0,05$)

Com relação ao elemento K, foi observada redução ($P<0,05$) nos animais do tratamento onde foram retirados 100% de P com fitase (T6) em relação aos animais sem 2/3 de P com fitase (T5). No entanto, quando se comparam os níveis de K dos animais do tratamento sem P com os animais que receberam a dieta controle (T1) e sem até 1/3 de retirada de P com fitase (T4), nenhuma diferença foi observada.

Foi observado aumento no teor de Na nos animais que receberam ração com fitase e retirada de até 1/3 de fósforo (T3 e T4) em relação aos que receberam dieta completa (T1). Entretanto, quando foram retirados 100% do fósforo inorgânico da dieta (T6), mesmo com fitase, observou-se redução nos teores de Na nos ossos, não diferindo ($P>0,05$) da ração completa.

Para o elemento Mn, foi observado aumento ($P<0,05$) em sua concentração nos animais que receberam ração sem suplementação micromineral-vitamínica, com ou sem fitase (T2 e T3) em relação ao T1. No entanto, foi observada redução nos valores absolutos a partir da retirada de 1/3 de fósforo (T4) até a completa redução (T6).

Foi observada redução ($P<0,05$) no teor de Zn nos animais que receberam ração sem suplemento micromineral-vitamínico, em relação ao T1. Redução que foi revertida pela adição de fitase, já comentada. Esse aumento no teor de Zn, a partir da adição de fitase, foi mantido até a retirada de 100% de fósforo inorgânico da ração (T4, T5 e T6). Esses tratamentos somente diferiram para ração completa, que apresentou os maiores níveis de Zn ($P<0,05$).

Com relação ao elemento Mn foi verificado aumento no teor deste mineral nos tratamentos sem suplementação micromineral-vitamínica, com e sem fitase, quando comparados ao T1. No entanto, não há explicação plausível na literatura para tal fato, podendo ser devido a variações individuais.

Para estudar a alta afinidade do Zn com a molécula do fitato, ADEOLA et al. (1995) observaram aumento na concentração de Zn no plasma de suínos submetidos a dietas adicionadas de 100 mg de Zn/kg de dieta suplementada ou não com fitase. Encontraram ainda, em estudo de balanço de minerais, que a retenção diária de Zn aumentou quando a fitase foi adicionada a dieta, independente do nível de Zn.

Estudos com animais e humanos têm mostrado que dietas com altos níveis de ácido fítico, podem causar deficiência de Zn (BO LONNERDAL, 2002). Sugere-se ainda que a formação de complexos insolúveis e, conseqüentemente, não disponíveis entre Zn-Ca-fitato, são a razão para a baixa utilização do zinco.

Em experimento realizado com a retirada do suplemento micromineral-vitamínico para suínos em terminação (NUNES et al., 2002), não encontraram

diferenças para Ca, Mg, K, Cu, Fe e Mn nos ossos de suínos em terminação, concordando com os resultados deste experimento.

Estes resultados discordam, em parte, dos achados de SHELTON et al. (2004) que encontraram redução nos teores de Na, Mg e K nos ossos de animais que receberam ração sem suplemento micromineral suplementada com fitase. No entanto, concorda quando encontraram diminuição na concentração de Zn nos animais recebendo ração sem suplemento, e uma melhora quando foi adicionado fitase a essa dieta.

Resultados semelhantes ao desta pesquisa foram encontrados por LUDKE et al. (2002) que não observaram diferença entre as dietas suplementadas com fitase e a dieta controle sobre a concentração de P e Ca nas vértebras e no metacarpo. Isto indica que mesmo reduzindo o teor de fósforo e cálcio nas dietas, houve ação positiva da fitase. HAN et al. (1997) encontraram efeito semelhante ao compararem dietas suplementadas com fitase (1000 UF e 1200 UF/kg) com as contendo fosfato inorgânico, ao avaliarem a resistência óssea do metacarpo dos suínos.

Entretanto, resultados anteriores de LUDKE et al. (2000) revelaram maior teor de fósforo nos ossos dos animais submetidos à ração basal, quando comparado a animais que receberam ração sem fosfato bicálcico, adicionada ou não de fitase. Com relação ao teor de Ca nos ossos os resultados de LUDKE et al. (2000) são semelhantes aos deste experimento, pois também não encontraram diferenças entre as dietas.

Resultados semelhantes foram encontrados por OLIVEIRA et al. (2003) que observaram não haver diferença para os teores de Ca, Cu, Fe, Mg e K, com a retirada do suplemento micromineral-vitamínico e até 2/3 do fósforo inorgânico da dieta de suínos em terminação.

Já SHELTON et al. (2004) não encontraram diferenças entre os tratamentos quanto ao teor de Ca, P, Na, Cu, Fe, no entanto para K, Mg, Mn e Zn foi observada redução em suínos submetidos a dietas pobres em Ca e P disponível, sendo revertido pela adição de fitase.

Em leitões, MURRY et al. (1997) estudaram os efeitos da adição de fitase a dietas com níveis adequados e reduzidos de fósforo inorgânico sobre os minerais nos ossos. Observaram que a adição de fitase ou mesmo dietas

adequadas em fósforo apresentaram maior conteúdo global de minerais nos ossos e densidade global de minerais nos ossos. O conteúdo global e densidade global de minerais nos ossos é obtido por “DXA” (*dual-energy x-ray absorptiometry*), método não invasivo para avaliar o status de minerais nos ossos de humanos.

4.5 Avaliação dos custos

O preço por quilo dos insumos utilizados na determinação dos custos (Tabela 9) foi coletado na região de Goiânia – GO, em Agosto de 2004, por ocasião da aquisição dos insumos: milho R\$ 0,38; farelo de soja R\$ 1,00; farelo de trigo R\$ 0,42, fosfato bicálcico R\$ 1,10; calcário calcítico R\$ 0,12; sal comum R\$ 0,24; suplemento micromineral R\$ 3,19; suplemento vitamínico R\$ 1,74, L lisina HCL R\$ 20,74, DL metionina R\$ 14,75 e fitase R\$ 38,20.

A avaliação econômica de experimentos pode ajudar no entendimento e no seu valor de aplicação para os produtores. É fato que estes dados podem variar nas diversas regiões e épocas do ano, em que os insumos apresentam variações de preço. Mas sem dúvida, é uma ferramenta a mais que o pesquisador pode lançar mão, não sendo entretanto uma variável que vá decidir se a aplicação de uma tecnologia ou produto testado tem relevância ou não para a ciência.

Os custos médios das rações por quilo de peso vivo ganho foram: R\$ 1,66, R\$ 1,47, R\$ 1,49, R\$ 1,42, R\$ 1,47 e R\$ 1,57, o que representou um índice de custo médio de 117,09%, 103,55%, 104,84%, 100,00%, 103,80% e 110,75% para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6, respectivamente.

O tratamento que resultou em menor custo médio de ração por kg de peso vivo e conseqüentemente menor índice de custo foi o da retirada do suplemento micromineral-vitamínico e 1/3 de fósforo inorgânico adicionado de fitase (T4), apresentando redução de 17,09%. Entretanto, ao comparar os índices de custo dos animais que receberam ração basal com os demais, onde foram retirados suplementos, 1/3, 2/3 e 3/3 de fósforo adicionando fitase, a ração completa é a que apresenta o maior índice de custo.

Tabela 9 - Determinação do custo médio das rações por quilo de peso vivo ganho e índice de custo médio de suínos em terminação, com idade inicial de 105 dias e final de 175 dias e peso médio de 120kg.

Variáveis	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	27,50	27,24	27,24	27,18	27,11	27,05
Farelo de Soja-46	16,77	16,35	16,35	16,25	16,15	16,04
Farelo de Trigo	3,03	3,71	3,71	3,87	4,04	4,20
Calcário calcítico	0,14	0,14	0,14	0,17	0,21	0,24
Fosfato bicálcico	1,29	1,27	1,27	0,86	0,43	0,00
Suplemento vitamínico	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
L-Lisina-HCL	4,77	4,87	4,87	4,89	4,92	4,94
Suplemento mineral	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fitase	0,00	0,00	0,38	0,38	0,38	0,38
DL-Metionina 99	0,91	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94
Cálculos	Tratamentos					
Custo total/100kg de ração	55,52	54,60	54,98	54,62	54,27	53,88
R\$/kg de ração	0,555	0,546	0,549	0,546	0,542	0,538
Consumo de ração/kg	707,38	598,27	622,71	610,22	642,15	614,39
Ganho de peso/kg	236,50	222,50	230,00	235,00	236,50	210,50
Custo total/R\$	392,60	326,66	341,87	333,18	348,05	330,54
R\$/kg de peso vivo	1,66	1,47	1,49	1,42	1,47	1,57
IC¹	117,09	103,55	104,84	100,00	103,80	110,75

¹ Índice de custo

Estes resultados mostram que a retirada dos suplementos micromineral, vitamínico, níveis de fósforo inorgânico de rações adicionadas de fitase, resultam em melhora nos custos de produção em suínos na fase de terminação.

Estes resultados concordam com experimentos anteriores LIMA et al. (1991), PATIENCE E GILLIS (1996), SETTI et al. (1997), NUNES (2000) que verificaram redução no custo da ração com a retirada do suplemento

micromineral-vitamínico e com MAVROMICHALIS et al. (1999) que também observaram redução no custo da ração com a retirada de suplemento micromineral-vitamínico e até 2/3 de fósforo inorgânico.

FIREMAN et al. (2000) também encontraram resultados positivos quanto aos custos de produção quando trabalharam com suínos recebendo dietas contendo 50% de farelo de arroz integral suplementadas com fitase, quando comparado com a dieta basal à base de milho e farelo de soja. Os custos das dietas por kg/peso vivo ganho, foram respectivamente R\$ 0,55 e R\$ 0,70.

Entretanto os dados deste experimento discordam dos de FURTADO (2003) que avaliou suínos em fase de terminação, submetidos a dietas sem suplementação micromineral-vitamínica e níveis reduzidos de fósforo inorgânico. O autor verificou menores custos de produção para os animais que receberam ração basal, encontrando aumento respectivo de 7,44% e 16,48% nos custos da ração por Kg de P.V ganho para os animais submetidos às dietas sem suplementação micromineral-vitamínica e com redução de 1/3 e 2/3 de fósforo inorgânico quando comparadas à ração basal completa.

Os resultados da avaliação econômica de SANTOS (2004) também discordam dos encontrados neste experimento. O autor observou melhor índice econômico para animais que receberam ração completa e pior resultado para animais que receberam ração sem suplementação de minerais, vitaminas e fósforo.

5. CONCLUSÃO

A retirada do suplemento micromineral-vitamínico e a redução de 1/3 e 2/3 do fósforo inorgânico de dietas suplementadas com fitase é viável com base no desempenho, nas características da carcaça, nos níveis de minerais e na percentagem de cinzas nos ossos de suínos em terminação.

A retirada do suplemento micromineral-vitamínico assim como a redução de 1/3 e 2/3 de fósforo inorgânico da ração de suínos em terminação mostram-se viáveis economicamente.

6. REFERÊNCIAS

1. ADEOLA, O.; LAWRENCE, B. V.; SUTTON, A. L.; CLINE, T. R. Phytase-induced changes in mineral utilization in zinc-supplemented diets for pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 3384-3391, 1995.
2. ADEOLA, O.; SANDS, J. S. Does supplemental dietary microbial phytase improve amino acids utilization? A perspective that it does not. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81 [E. Suppl 2], p. E78 – E85, 2003.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Método brasileiro de classificação de carcaça**. Estrela, 1973. 16p.
4. BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T.; FERREIRA, A. S.; LIMA, G.J.M.M.; GOMES, M.F.M. Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 21, n. 5 , p. 927–37,1992.
5. 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.
6. BEERS, S.; JONGBLOED, A. W. Effect *Aspergillus niger* phytase in diets for piglets on their performance and apparent digestibility of phosphorus. **Animal Production**, East Lothian, v. 55, n. 3, p. 425-430, 1992.
7. BO-LONNERDAL. Phytic acid-trace element (Zn, Cu, Mn) interactions. **International Journal of Food Science and Tecnology**, California, v. 37, p. 749-758, 2002.
8. BORGES, F. M. O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, n. 20, p. 5-30, jun. 1997.
9. CAMPBELL, G. L. Utilización de enzimas en granos de cereales: fitasas glucanasas y pentosanasas. In: CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA, 9., 1993, Barcelona. Disponível em [10http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/93CAP_8.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/93CAP_8.pdf). Acesso em: 05 Ago. 2005.
10. CHURCH, D. C.; POND, W. G. **Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos**. Zaragoza, 1. ed. Editorial Acribia, p. 161-219, 1977.
11. CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA – CIB. Enzimas: ferramentas indispensáveis no mundo vivo [online], 2004. Disponível em: <http://www.cib.Org.Br/pdf/fbci12port.pdf>. Acesso em: 5 Ago.

2004.

12. CROMWELL, G. L.; STAHLY, T. S.; COFFEY, R. D.; MONEGUE, H. J.; RANDOLPH, J.H. Efficacy of phytase in improving the bioavailability of phosphorus in soybean meal and corn-soybean meal diets for pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 1831-1840, 1993.
13. CROMWELL, G. L.; COFFEY, R. D.; PARKER, G. R.; MONEGUE, H. J.; RANDOLPH, J. H. Efficacy of a recombinant-derived phytase in improve the bioavailability of phosphorus in corn-soybean meal diets for pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 2000-2008, 1995.
14. EDMONDS, M.S.; ARENTSON, B.E. Effect of supplemental vitamins and trace minerals on performance and carcass quality in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 141-147, 2001.
15. ENGSTRON, G. W.; HORST, R. L.; REINHART, T. A. Effect of dietary phosphorus levels on porcine renal 25-hydroxyvitamin D-1 and 24R-hidroxilase activities and plasma 1,25-dihydroxivitamin D₃ concentration. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 60, p. 1005-1011, 1985.
16. FIALHO, E. T.; SILVA, H. O.; LIMA, J. A. F.; LARA, L. B.; VIEIRA NETO, J.; SILVA, L. F. Efeito da fitase sobre o desempenho e o teor de uréia no plasma de suínos na fase de crescimento. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, MS. **Anais...Campo Grande: SBZ, 2004. 6p.**
17. FIGUEIREDO, A. V.; FIALHO, E. T.; VITTI, D. M. S. S.; LOPES, J. B.; SILVA FILHO, J. C.; TEIXEIRA, A S.; LIMA, J. A. F. Ação da fitase sobre a disponibilidade biológica do fósforo, por meio da técnica da diluição isotópica, em dietas com farelo de arroz integral para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 177-182, 2000.
18. FIREMAN, F. A. T.; FIREMAN, A. K. B. A. T.; LOPES, J. Desempenho e custo de suínos alimentados com dietas contendo 50 % de farelo de arroz integral suplementados com fitase e/ou celulase. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37.,2000, Viçosa-MG. **Anais...Viçosa: SBZ, 2000. p. 272.**
19. FURTADO, C. C. V. **Avaliação dos efeitos da retirada dos suplementos micromineral – vitamínico associados à redução de fósforo inorgânico em rações de suínos na fase de terminação.** Goiânia, 2003. 50 p. Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
20. HAN, K.; CHOI, H. L.; KWON, K. Study on the effect of inorganic phosphorus sources and phytase supplementation en weaning-growing barrows. **Arquivo Latino-Americano de Produção Animal**, Suweon, v. 5 (Supl 1), p. 297-

299, 1997.

21. HARPER, A. F.; KORNEGAY, E. T.; SCHELL, T. C. Phytase supplementation of low – phosphorus growing – finishing pig diets improves performance, phosphorus digestibility, and bone mineralization and reduces phosphorus excretion. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 3174-3186, 1997.
22. HELANDER, E.; PARTANEN, K. Inclusion of wheat bran in barley-soybean meal diets with different phosphorus levels for growing-finishing pigs II. Performance and bone mineralization in growing-finishing pigs. **Journal of Agriculture Science**, Champaign, v. 3, p. 41-48, 1994.
23. JONGBLOED, A. W.; MROZ, Z.; KEMME, P. A. The effect of supplementary *Aspergillus niger* phytase in diets for pigs on concentration and apparent digestibility of dry matter, total phosphorus, and phytic acid in different sections of the alimentary tract. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 1159-1168, 1992.
24. JONGBLOED, A. W.; MROZ, Z.; KEMME, P. A. Apparent digestibility and retention of nutrients bound phytate complexes as influenced by microbial phytase and feeding regimen in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 126-132, 1994.
25. JONGBLOED, A. W.; KEMME, P. A.; MROZ, J. Effectiveness of natuphos phytase in improving the bioavailabilities of phosphorus and other nutrient for growing-finishing pigs. In: COELHO, M. C.; KORNEGAY, E. T. **Phytase in Animal nutrition and waste manegement: a BASF reference manual 1996**. New Jersey: BASF, 1996. p. 259-274.
26. JUNQUEIRA, O. M.; LAURENTIZ, A. C. O uso de enzimas na alimentação de aves: Presente e Futuro. ENCONTRO MERCOLAB DE AVICULTURA, 3.,2004, Cascavel. **Anais...Cascavel: MERCOLAB**, 2004. p. 10-12.
27. KEMME, P. A.; JONGBLOED, A. W.; VAN DER KLIS, J. D. The impact of microbial phytase on the nutrition of monogástric and the environment. **Feed manufacturing in Southern Europe-CIHEAM-IAMZ, New challenges**, Zaragoza, v. 26,. p. 135-147, 1997.
28. KIES. K. Phytase – Mode of action. In: COELHO, M. B.; KORNEGAY, E. T. **Phytase in Animal Nutrition and Waste Management**. Mount Olive, NJ: BASF Corporation, 1996, p. 205-212.
29. KIM, I. H.; HANCOCK, J. D.; KROPF, R. H.; HINES, J. H.; LEE, J. H.; PARK, J. S.; JOHNSTON, S. L.; SORRELL, P. Removing vitamin and trace mineral premixes from diets for finishing pigs (70-112kg) did not affect growth performance, carcass characteristics, or meat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75 (Suppl):63, 1997.

30. KORNEGAY, E. T.; YI, Z. Sites of phytase activity in gastrointestinal tract of swine and poultry. In: COELHO, M. C.; KORNEGAY, E. T. **Phytase in Animal nutrition and waste management: a BASF reference manual 1996**. New Jersey: BASF, 1996. p. 241-248b.
31. LEI, X. G.; KU, P. K.; MILLER E. R. YOKOYAMA, M. T. Supplementing corn-soybean meal diets with microbial phytase linearly improves phytate phosphorus utilization by weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 12, p. 3359-3367, Feb. 1993.
32. LEI, X. G.; KU, P. K.; MILLER, E. R.; YOKOYAMA, M.T.; ULLREY, D. E. Calcium level affects the efficacy of supplementation microbial phytase in corn-soybean meal diets weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 139-143, 1994.
33. LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios da bioquímica**. 2. ed. São Paulo: SAVIER, 1995. 1013p.
34. LIMA, G.J.M.M.; SOBESTIANSKY, J.; MORES, N.; DALLA COSTA, O.A.; CRIPPA, J.; GOMES, P.C.; MONTICELLI, C.J. Retirada de suplementação de microminerais e vitaminas de dietas de suínos em terminação: Efeitos sobre o desempenho dos animais e composição dos ossos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991. p.398.
35. LIMA, G. J. M. M. Uso de aditivos na produção de suínos. In: Simpósio sobre as Implicações Sócio-Econômicas do Uso de Aditivos na Produção Animal, 1999, Piracicaba-SP. **Anais...**Piracicaba, 1999. p. 51-61.
36. LINDEMANN, M. D.; CROMWELL, G. L.; PARKER, G. R.; RANDOLPH, J. H. Relationship of length of time of inorganic phosphate removal from the diet on performance and bone strength of finishing pigs. **Journal of Animal Science**. Champaign, 73 (Suppl. 1): 174, 1995. (Abstr.).
37. LIU, J.; BOLLINGER, D. W.; LEDOUX, D. R.; VEUM, T. L. Lowering the dietary calcium to total phosphorus ratio increases phosphorus utilization in low- phosphorus corn-soybean meal diets supplemented with microbial phytase for growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 808-813, 1998.
38. LOPES, J. B. **Avaliação da absorção real e das perdas endógenas de fósforo para suínos pela técnica da diluição isotópica**. 1998. 87p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo, Piracicaba.
39. LOPES, J. B.; VITTI, D. M. S. S.; FIGUEIREDO, A. V.; BARBOSA, H. P.

Absorção real, perdas endógenas e exigência de fósforo para suínos em final de crescimento, pela técnica da diluição isotópica. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e zootecnia**, Belo Horizonte, v. 51, n. 49, p. 1999.

40. LOPES, J. B.; VITTI, D. M. S. S.; ABDALLA, A. L.; HADDAD, M. L.; FIGUEIREDO, A. V.; MORAES, R. C. B. Modelo do fluxo biológico do fósforo de fontes de fosfato em suínos, usando o ^{32}P como marcador. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, 13p. Jan./fev. 2001.
41. LUDKE, M. C. M. M.; LOPES, J.; NICOLAIEWSKY, S. Efeito da fitase em dietas com ou em fósforo inorgânico para suínos em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 485 – 494, mar./apr. 2000.
42. LUDKE, M. C. M. M.; LOPES, J.; LUDKE, J. V. Fitase em dietas para suínos em crescimento: (II) Parâmetros de carcaça e ossos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 103-108, 2002.
43. MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K. **Nutrição Animal**. 2. ed. São Paulo: Livraria Freitas Bastos, 1974. 550 p.
44. MAVROMICHALIS, I.; HANCOCK, J. D.; KIM, I. H.; SENNE, B. W.; KROPF, D. H.; KENNEDY, G. A.; HINES, R. H.; BEHNKE, K. C. Effects of omitting vitamin and trace mineral premixes and (or) reducing inorganic phosphorus additions on growth performance, carcass characteristics, and muscle quality in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, p. 2700-2708, 1999.
45. McGLONE, J. J. Deletion of supplemental minerals and vitamins during the late finishing period does not affect weight gain and feed intake. **Journal of Animal Science**, Champaign. 78, p. 2797-2800, 2000.
46. MENDES, A. A. O ajuste do uso de aditivos em rações e a preferência do consumidor. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2004, Goiânia. **Anais...Goiânia**, GO: Sociedade Brasileira de Zootecnia: Universidade Federal de Goiás, 2004. p. 183-186.
47. MOREIRA, J. A.; VITTI, D. M. S. S.; LOPES, J. B.; TRINDADE NETO, M. A. Cinética do fósforo em tecidos de suínos alimentados com dietas contendo enzima fitase. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 1, 9p. fev. 2004.
48. MURRY, A. C.; LEWIS, R. D.; AMOS, H. E. The effect of microbial phytase in a pearl millet-soybean meal diet on apparent digestibility and retention of nutrients, serum mineral concentration, and bone mineral density of nurse piglets. **Journal of Animal Science**, Campaign, v. 75, p. 1284-1291, 1997.
49. NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutrient Requirements of Swine**. 10ed. Washington, DC: National Academy of Science, 1998. 189 p.

50. NUNES, I. J. **Nutrição Animal Básica**. 2 ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 1998. 388 p.
51. NUNES, R. C. **Efeitos da retirada dos suplementos micromineral e/ou vitamínico da ração de suínos em terminação**. 2000. 67f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.
52. NUNES, R. C.; KRONKA, R. N.; PRADO, C. S.; MESQUITA, A. J.; NUNES, V. Q. Retirada dos suplementos micromineral e/ou vitamínico da ração de suínos em fase de terminação. Característica de carcaça e vida de prateleira da carne suína. **Ciência Animal Brasileira**. Goiânia, v. 2, n. 2, p. 79 – 86, jul./dez. 2001.
53. NUNES, R. C.; KRONKA, R. N.; SOBESTIANSKY, J.; LOPES, E. L.; GONÇALVES, J. R. Retirada dos suplementos micromineral e/ou vitamínico da ração de suínos em fase de terminação. Desempenho, níveis de minerais nos metacarpos e custo de produção. **Ciência Animal Brasileira**. Goiânia, v. 3, n. 1, p. 49 – 57, jan./jun. 2002.
54. OLIVEIRA, A. P. A.; VILELA, C. C. F.; LOPES, E. L.; NUNES, R. C.; JARDIM FILHO, R. M.; GONÇALVES, J. R.; GONÇALVES, R.M. Níveis de minerais nos metacarpos de suínos em terminação recebendo dietas com diferentes níveis de fósforo inorgânico e sem suplemento micromineral - vitamínico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS – ABRAVES, XI, 2003, Goiânia. **Anais...Concórdia**: Embrapa Suínos e Aves, 2003. p. 379-380.
55. O'QUINN, P. R.; KNABE, D. A.; GREGG, E. J. Efficacy of Natuphos R in sorghum – based diets on finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 1299-1307, 1997a.
56. O'QUINN, P. R.; KNABE, D. A.; GREGG, E. J. Digestible phosphorus needs of terminal-cross growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 1308-1318, 1997b.
57. OMOGBENIGUN, F. O.; NYACHOTI, C. M.; SLOMINSKI, B. A. The effect of supplementing microbial phytase and organic acids to a corn-soybean based diet feed to early weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1806-1813, 2003.
58. PATIENCE, J.F.; GILLIS, D. Impact of pre-slaughter withdrawal of vitamin supplements on pig performance and meat quality S. I. **Prairie Swine Center Annual Research Report**, p. 29-32, 1996.
59. PENZ JÚNIOR, A. M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998,

Botucatu, SP. **Anais....**Botucatu: SBZ, 1998. p. 165-178.

60. PENZ JUNIOR, A. M.; VIOLA, E. S. Nutrição. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S.; SESTI, L. A. C. **Suinocultura intensiva: Produção, Manejo e Saúde do Rebanho**. Brasília: EMBRAPA, Sistema de Produção de Informação – SPI, 1998. p.65-90.
61. PENZ JUNIOR, A. M. A influência da nutrição na preservação do meio ambiente. In: 5º SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 2000, São Paulo. Disponível em: http://suave.cnpsa.embrapa.br/publicacoes/anais/anais0009_penz.pdf. Acesso em: 05 Mai. 2004.
62. PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M.; NONES, K. Produção de suínos e meio ambiente. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9., 2001, Gramado-RS. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/publicacoes/anais/anais0104pedomo.pdf>. Acesso em 21/09/2005.
63. PETER, C. M.; PARR, T. M.; PARR, E. N.; WEBEL, D. M.; BAKER, D. H. The effects of phytase on growth performance, carcass characteristics, and bone mineralization of late-finishing pigs fed maize-soybean meal diets containing no supplemental phosphorus, zinc, copper and manganese. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 94, p. 199-205, 2001.
64. PETERSEN, S. T. Propriedades e características de RonozimeTM P, a nova fitase da Roche. In: SIMPÓSIO ROCHE DE NUTRIÇÃO ANIMAL. Campinas. **Anais...**Campinas:Roche, 2001. p. 17-30.
65. REBOLLAR, P. G.; MATEOS, G. G. El fósforo en nutrición animal. Necesidades, valoración de materias primas y mejora de la disponibilidad. In: Curso de especialización FEDNA. Avances en nutrición y alimentación animal, XV. Eds Rebollar, P. G; C. de Blas. MATEOS, G. G, Madrid, España, p. 19-64, 1999. Disponível em: <http://www.etsia.upm.es/fedna/publi.htm>. acesso em 09/01/2006.
66. ROBERSON, K. D. Estimation of the phosphorus requirement of weanling pigs fed supplemental phytase. **Animal Feed Science and Technology**, Tennessee, v. 80, p. 91-100, 1999.
67. ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas brasileiras)**. 2 ed. Viçosa:UFV – Imp. Univ., 2000. 61p.
68. SANTOS, S. P. **Retirada do suplemento micromineral-vitamínico associada à retirada do nível de fósforo inorgânico e adição de fitase em rações de suínos na fase de terminação**. 2004. 30f. Dissertação

(Mestrado em Produção Animal). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

69. **SAS, 1998. User's guide: statistics.** Cary, North Carolina.
70. SELLE, P. H.; RAVINDRAN, V.; CALDWELL, R. A.; BRYDEN, W. L. Phytate and phytase: consequences for protein utilization. **Nutrition Research Reviews**, Sidney, v. 13, p. 255-278, 2000.
71. SETTI, M.C.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, R.N.; KRONKA, S.N. Efeito da retirada do suplemento micromineral ou vitamínico na fase de terminação sobre o desempenho de suínos. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v.13, n.2, p.164-169, 1997.
72. SHAW, D. T.; ROZEBOOM, D. W.; HILL, G. M.; BOOREN, A. M.; LINK, J. E. Impact of vitamin and mineral supplement withdrawal and wheat middling inclusion on finishing pig growth performance, fecal mineral concentration, carcass characteristics, and nutrient content and oxidative stability of pork. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 2920-2930, 2002.
73. SHELTON, J. L.; SOUTHERN, L. L.; BIDNER, T. D.; PERSICA, M. A.; BRAUN, J.; COUSINS, B.; McKNIGHT, F. Effect of microbial phytase on energy availability, and lipid and protein deposition in growing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 2053-2062, 2003.
74. SHELTON, J. L.; SOUTHERN, L. L.; LeMIEUX, F. M.; BIDNER, T. D.; PAGE, T. G. 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**, Champaign, v. 82, p. 2630-2639, 2004.
75. SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos.** 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.
76. SILVA, H. O.; FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F.; FREITAS, R. T. F.; LOGATO, P. V. R.; FONTES, D. O.; SCHOULTEN, N. A. Efeito da fitase sobre a excreção de cálcio e fósforo em suínos na fase de crescimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, XI, 2003, Porto Alegre. **Anais...Concórdia: Embrapa Suínos e Aves**, 2003. p. 296-296.
77. SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S.; SESTI, L. A.; BARCELLOS, D.E.S.N.; LOPEZ, A.C. Limpeza e desinfecção. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S. da; SESTI, L. A. (Ed.). **Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho.** Brasília: EMBRAPA, Sistema de Produção de Informação-SPI, 1998. p. 111-134.
78. SPENCER, J. D.; ALLE, G. L.; SAUBER, T. L. Phosphorus bioavailability and digestibility of normal and genetically modified low-phytate corn for pigs. **Journal of Animal Science.** Champaign, v. 78, p. 675-681, 2000.

79. SPURLOCK, M.E.; CORNELIUS, S.G; FRANK, G.R.; WILLIS, G.M. Growth performance of finishing pigs fed diets with or without supplemental vitamins and trace minerals and subjected to multiple immunological challenges. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.76 (Suppl.2): 53 (Abstr.), 1998.
80. SWECKER, W. S.; THATCHER, C. D. The investigation of nutritional disorders **Veterinary Clinical North America**. Philadelphia, v.4, p. 127-44, 1988.
81. UNDERWOOD, J.E. **The mineral nutrition of livestock**. England, Commonwealth Agricultural Bureaux. 2.ed., 1966, P. 1-47.
82. VATS, P.; BANERJEE, U. C. Production studies and catalytic properties of phytase (*myo-inositolhexakisphosphate phosphohydrolases*): an overview. **Enzyme and Microbial Tecnology**. Nagar, p. 1-12, 2004.
83. VELOSO, J. A. F.; MEDEIROS, S. L. S. Avaliação nutricional do fósforo disponível de quatro fontes de fósforo para suínos em fase de terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 51, n. 5, 8p. 1999.
84. WISE, A. Dietary factors determining the biological activities of phytate. **Nutrition Abstract Review**, Aberdeen, v, 53, n. 9, p. 791-806, sept. 1983.
85. WU, Y. B.; RAVIDRAN, V. Expanding the potential of enzymes to release nutrients: a unique microbial phytase produced by solid state fermentation. In: Nutritional biotechnology in the feed and food industries, PROCEEDINGS OF ALLTECH'S 18th ANNUAL SYMPOSIUM., 2002, Nottingham University Press. **Proceedings...**Lexington: Alltech, 2002. p. 123-130.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)