

**REDUÇÃO DE NUTRIENTES EM
RAÇÃO COM FITASE PARA SUÍNOS EM
CRESCIMENTO**

VALÉRIA VÂNIA RODRIGUES

2009

VALÉRIA VÂNIA RODRIGUES

**REDUÇÃO DE NUTRIENTES EM RAÇÃO COM FITASE PARA
SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Elias Tadeu Fialho

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Rodrigues, Valéria Vânia.

Redução de nutrientes em ração com fitase para suínos em crescimento / Valéria Vânia Rodrigues. – Lavras : UFLA, 2009.

52 p.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Elias Tadeu Fialho.

Bibliografia.

1. Formulação de ração. 2. Enzima. 3. Nutrição. 4. Desempenho. 5. Metabolismo. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

CDD – 636.40852

VALÉRIA VÂNIA RODRIGUES

**REDUÇÃO DE NUTRIENTES EM RAÇÃO COM FITASE PARA
SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 28 de julho de 2009

Prof. José Augusto de Freitas Lima	UFLA
Prof. Paulo Borges Rodrigues	UFLA
Prof. Márcio Gilberto Zangeronimo	UFLA
Prof. Vinicius de Souza Cantarelli	UFLA

Prof. Elias Tadeu Fialho
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

OFEREÇO

A Deus, por guiar sempre meus passos...

A meus pais, João Bosco e Neuza, pelo amor inexplicável, pela dedicação insuperável e pelos esforços recompensáveis

A minhas irmãs, Flávia e Dani pela companhia, amizade e sinceridade

Ao meu amor Guilherme, pelo companheirismo, respeito e dedicação em todos os maravilhosos momentos em que estamos juntos.

A meus familiares e amigos, pela motivação e apoio em todos os momentos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de cursar o Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da Bolsa de Estudos.

Ao Orientador, Prof. Elias Tadeu Fialho, pela ajuda, apoio, respeito e confiança, desde a graduação.

Aos professores José Augusto de Freitas Lima e Paulo Borges Rodrigues, pelos ensinamentos.

Aos amigos Nikolas de Oliveira Amaral, Márcio Gilberto Zangeronimo e Vinícius de Souza Cantarelli pela orientação, incentivo e imensa colaboração em minha formação profissional e em vários outros trabalhos, como neste presente estudo.

À empresa Uniquímica, no nome de Jerônimo, pelo apoio e parceria.

Às minhas grandes amigas Renata, Adriene e Mary Ana, pela verdadeira amizade, lealdade e pelos vários bons momentos compartilhados juntas.

A todos os amigos do Núcleo de Estudos em Suinocultura (NESUI), em especial a Carolina, João Paulo, Thiago e Tarciso pelo grande apoio durante a condução do experimento.

À Raquel e Gislaine pela colaboração e disposição durante a realização das análises laboratoriais.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura da UFLA, Hélio Rodrigues e Paulo Henrique pela amizade e dedicação durante a realização das atividades.

Aos demais professores e funcionários do DZO, em especial ao Márcio e José Virgílio pela sempre disposição em ajudar.

A todos que ajudaram, direta ou indiretamente, para que este trabalho fosse concluído, muito obrigada!

BIOGRAFIA

VALÉRIA VÂNIA RODRIGUES, filha de João Bosco Rodrigues e Neuza Borges Rodrigues, nasceu em Varginha, MG, em 20 de abril de 1983.

Em dezembro de 2001, concluiu o ensino médio na “Escola Abreu Carvalho”, em Nepomuceno, MG.

Em agosto de 2002, ingressou na Universidade Federal de Lavras, graduando-se em Zootecnia em setembro de 2007.

Em março de 2008, iniciou a Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em 28 de julho de 2009, submeteu-se à defesa de dissertação para a obtenção do título de “Mestre”.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Fósforo fítico e fitase na nutrição de suínos.....	2
2.1.1 Desempenho.....	7
2.1.2 Digestibilidade dos nutrientes.....	8
2.2 Importância da redução de nutrientes com base em planos nutricionais durante a formulação de rações.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Local de realização do experimento.....	13
3.2 Animais, instalações e período experimental.....	13
3.3 Delineamento experimental.....	14
3.4 Dietas experimentais.....	14
3.5 Procedimento experimental e análises laboratoriais.....	17
3.6 Análises estatísticas.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 Desempenho.....	22
4.2 Balanço energético e de nitrogênio.....	26
4.3 Digestibilidade do cálcio e fósforo.....	30
4.3 Viabilidade econômica.....	33
5 CONCLUSÕES.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
ANEXOS.....	45

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1	Composição centesimal e calculada das dietas.....16
TABELA 2	Preço dos ingredientes das dietas e do suíno no mês de janeiro de 2009, praticados em Lavras-MG.....20
TABELA 3	Custo das dietas experimentais, baseados nos preços dos ingredientes no mês de janeiro, praticados em Lavras-MG.....20
TABELA 4	Peso final (PF), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....22
TABELA 5	Matéria-seca digestível (MSD), coeficiente de digestibilidade da energia bruta (CDEB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....27
TABELA 6	Percentagem de nitrogênio absorvido (%NABS), nitrogênio retido (%NRET) e nitrogênio retido e absorvido (%NRET ABS) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....28
TABELA 7	Digestibilidade do cálcio (%DCa) e do fósforo (%DP) de rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....31
TABELA 8	Viabilidade econômica de rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....33

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 Estrutura do ácido fítico, adaptado de Faria et al. (2006)	3

RESUMO

RODRIGUES, Valéria Vânia. **Redução de nutrientes em ração com fitase para suínos em crescimento.** 2009.52 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Dois experimentos foram conduzidos no Departamento de Zootecnia da UFLA com o objetivo de avaliar diferentes formulações de dietas contendo níveis de nutrientes e energia reduzidos de acordo com um plano nutricional de fitase a fim de estabelecer a contribuição da enzima através do desempenho, balanço de energia e nitrogênio, disponibilidade do cálcio e fósforo e viabilidade econômica de rações formuladas para suínos em crescimento. No Experimento I, 30 suínos machos castrados e 30 suínos fêmeas da genética Topigs com peso inicial de $25 \pm 1,72$ kg e peso final de $50 \pm 2,86$ kg foram alojados em delineamento em blocos casualizados (DBC), com três tratamentos e dez repetições, sendo dois animais por unidade experimental (um macho e uma fêmea), durante um período de 30 dias. As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com vitaminas, minerais e aminoácidos de forma a atender às recomendações mínimas da genética. Os tratamentos ficaram assim distribuídos: T1- recomendações nutricionais da genética (controle positivo); T2- níveis nutricionais reduzidos de acordo com um plano nutricional e sem fitase (controle negativo) e T3- níveis nutricionais reduzidos de acordo com um plano nutricional e com a suplementação de fitase. As dietas (exceto o controle positivo) tiveram seus níveis de nutrientes e energia reduzidos de acordo com um plano nutricional de fitase. As variáveis analisadas foram peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), consumo diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA). O CDR não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos. Com relação ao PF, GPD e CA, houve diferença ($P<0,05$). Observou-se que os animais que receberam dieta com nível nutricional reduzido e suplementada com fitase tiveram um melhor desempenho, uma vez que não diferiram do tratamento controle positivo. No Experimento II, 27 suínos machos castrados da genética Topigs com peso inicial de $49 \pm 3,67$ kg foram alojados em (DBC), em três tempos consecutivos, totalizando três tratamentos e nove repetições com parcela experimental representada por um animal (gaiola metabólica) e com duração de nove dias.

*Comitê Orientador: Prof. Elias Tadeu Fialho – UFLA (Orientador), Prof. José Augusto de Freitas Lima – UFLA, Prof. Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

As variáveis analisadas foram matéria-seca digestível (MSD), coeficiente de digestibilidade de energia bruta (CDEB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), nitrogênio absorvido (%NABS), nitrogênio retido (%NRET), nitrogênio retido e absorvido (%NRETABS), digestibilidade do cálcio (DCa), digestibilidade do fósforo (DP) e viabilidade econômica das rações. Não foi verificada diferença ($P>0,05$) para a MSD, CDEB, ED e EM. Da mesma forma, a %NABS, %NRET e %NRET ABS não mostraram diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos. Com relação à DCa e a DP houve efeito ($P<0,05$), sendo que a suplementação de fitase na dieta melhorou ($P<0,05$) o aproveitamento do fósforo. Quanto à DCa, a dieta contendo enzima apresentou valores superiores ao controle positivo e semelhante ao controle negativo. Com relação à análise de viabilidade econômica das rações, houve diferença ($P<0,05$). A dieta contendo níveis nutricionais reduzidos e suplementada com fitase apresentou um menor custo total ($P<0,05$), não diferindo da dieta controle negativo. Além disso, apresentou uma maior receita líquida quando comparada às demais dietas. Dessa forma, conclui-se que a suplementação de fitase em dietas com níveis de energia e nutrientes reduzidos de acordo com plano nutricional apresenta-se como uma alternativa economicamente viável para suínos em crescimento, uma vez que os animais apresentam o mesmo desempenho quando comparados a suínos recebendo dietas contendo níveis nutricionais recomendados.

Palavras-chave: Formulação de ração, enzima, nutrição desempenho, metabolismo

ABSTRACT

RODRIGUES, Valéria Vânia. **Reduction of nutrients in diets with phytase for growing pigs**. 2009. 52 p. Dissertation (Master in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

Two experiments were conducted in the Animal Science Department at the Federal University of Lavras to evaluate different formulations of diets containing levels of nutrients and energy reduced in accordance to a nutritional plan of phytase, in order to establish the contribution of the enzyme through performance, energy and nitrogen balance, availability of calcium and phosphorus and economic viability of diets formulated for growing pigs. In Experiment I, 30 barrows pigs and 30 gilts pigs of the Topigs genetics with initial weight of 25 ± 1.72 kg and final weight of 50 ± 2.86 kg were housed in a randomized block design (RBD), with three treatments and ten replicates, namely, two animals per experimental unit (one male and one female) during a 30-day period. The experimental diets were formulated on the basis of corn and soybean meal, supplemented with vitamins, minerals and aminoacids in order to meet the minimum recommendations of genetics. The treatments were distributed as follows: T1-nutrient recommendations of genetics (positive control), T2- reduced nutrient levels according to a nutritional plan and without phytase (negative control) and T3- reduced nutrient levels according to a nutritional plan and with the phytase supplementation. The diets (except the positive control) had their levels of nutrients and energy reduced according to a nutritional plan of phytase. The variables analyzed were final weight (FW), daily gain (DG), daily feed intake (DFI) and feed conversion (FC). DFI did not differ ($P > 0.05$) among the treatments. With regard to FW, DFI and FC, there was difference ($P < 0.05$). It was found that animals fed diets with reduced nutritional levels and supplemented with phytase had better performance since they did not differ from the positive control treatment. In Exp II, 27 barrows pigs of the Topigs genetics, with initial weight of 49 ± 3.67 kg, were housed in (RBD), in three consecutive times, amounting to three treatments and nine replicates, the experimental plot being represented by one animal (metabolism cage) and nine-day duration.

*Guidance Committee: Prof. Elias Tadeu Fialho – UFLA (Major Professor), Prof. José Augusto de Freitas Lima – UFLA, Prof. Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

The analyzed variables were; digestibility dry matter (DDM), digestibility of gross energy (DCE), digestible energy (DE), metabolizable energy (ME), absorbed nitrogen (%NABS), nitrogen retention (%NRET), retained and absorbed nitrogen (%NRETABS), digestibility of calcium (CaD), digestibility of phosphorus (DP) and economic viability of the diets. No difference was found ($P > 0.05$) for DDM, DCE, DE and ME. Likewise, the %NABS, %NRET, %NRET ABS showed no differences ($P > 0.05$) among the treatments. With relation to both CaD and DP there was effect ($P < 0.05$) and phytase supplementation in the diet improved ($P < 0.05$) phosphorus utilization. As for DCA, the diet containing enzyme showed higher values than the positive control and similar to the negative control. With respect to the economic viability analysis of the diets, there was difference ($P < 0.05$). The diet containing reduced nutrient levels and supplemented with phytase presented a lower total cost ($P < 0.05$), not differing from the negative control diet, in addition, it showed a higher net income when compared to other diets. Thus, it follows that phytase supplementation in diets with reduced levels of energy and nutrients according to the nutritional plan, presents itself as an economically viable alternative to growing pigs, since that the animals show the same performance when compared to pigs fed diets containing the recommended nutritional levels.

Key words: Diet formulation, enzyme, nutrition, performance, metabolism

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a melhoria genética dos plantéis levou a uma modificação nos planos nutricionais de formulação de ração, refletindo tanto no melhor desempenho do animal quanto no retorno financeiro ao produtor.

Neste sentido, o enfoque das pesquisas atuais tem sido a busca pela melhor eficiência de utilização de alimentos associada ao menor impacto ambiental aliada ao conhecimento da disponibilidade dos nutrientes inseridos em uma formulação de ração dentro das exigências nutricionais dos animais. E dentre esses nutrientes, o fósforo é um dos mais impactantes nos custos de balanceamento de dietas. Entretanto, sua essencialidade na nutrição é comprovada sendo um nutriente fundamental para o crescimento dos animais.

Porém, o fósforo encontrado nos vegetais apresenta-se na forma de fitato, ou seja, uma forma de difícil disponibilidade para o animal, sendo capaz de ligar-se a outros nutrientes tornando-os indisponíveis aos monogástricos.

Dessa maneira, uma das soluções encontradas para maximizar o aproveitamento de nutrientes nas dietas de suínos está na adição de fitase, que além de aumentar a disponibilidade do fósforo, aumenta a digestibilidade da energia e de nutrientes tais como minerais e aminoácidos, possibilitando assim uma redução nos planos nutricionais de formulação através do melhor aproveitamento da dieta pelos animais.

Dessa forma, considerando a possibilidade de estabelecer a contribuição da fitase e, ao mesmo tempo, poder reduzir custos de formulação através da diminuição de nutrientes utilizados na ração, objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar o desempenho, o balanço de energia e nitrogênio, a disponibilidade de cálcio e fósforo e a viabilidade econômica de rações formuladas contendo níveis de nutrientes e energia reduzidos de acordo com um plano nutricional de fitase para suínos em crescimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fósforo fítico e fitase na nutrição de suínos

Dos nutrientes minerais suplementados em rações para suínos o fósforo tem sido o mais estudado possivelmente por desempenhar um maior número de funções no organismo, além de fazer parte da composição óssea e participar de vários processos fisiológicos. Saraiva (2007), em revisão, observa a importância da exigência do fósforo na nutrição de suínos uma vez que está diretamente relacionado à idade e ao potencial para ganho de peso desses animais.

O fósforo é o segundo mineral mais exigido e o terceiro nutriente mais oneroso nas rações de suínos e aves de acordo com (Silva et al., 2008), e em razão de sua baixa disponibilidade nos alimentos de origem vegetal, é frequentemente suplementado nas dietas destinadas à alimentação animal.

Entretanto, muitos estudos já foram desenvolvidos sobre o fósforo e os transtornos observados no desempenho dos suínos quando se utiliza somente este elemento na forma orgânica como componente da ração e são conhecidos há várias décadas (Lopes et al., 1999). Este fato deve-se principalmente à sua baixa disponibilidade em alimentos de origem vegetal.

Dessa forma, a alta concentração do fósforo orgânico nos alimentos de origem vegetal torna-se um fator limitante na absorção do mineral pelo animal, visto que monogástricos apresentam uma baixa eficiência em seu aproveitamento.

Assim, há uma grande perda do elemento pelo organismo do animal, causando um baixo aproveitamento do nutriente. Além disso, há um alto índice de poluição ambiental, principalmente em áreas de elevada concentração de suínos.

Dessa maneira, o fósforo orgânico presente nos vegetais, se utilizado como fonte única nas rações para monogástricos, comporta-se como um fator

anti-nutricional para o organismo do animal, uma vez que fatores anti-nutricionais são aqueles gerados em alimentos *in natura* pelo metabolismo normal da espécie e que exercem efeitos contrários à nutrição adequada do animal (Cousins, 1999). Esses fatores normalmente não são tóxicos para os animais, mas segundo Torres (2007) sua presença no alimento pode resultar em baixo desempenho. Além disso, é fato bem conhecido que quantidades consideráveis de alguns nutrientes na ração não são utilizados pelos suínos, além de serem pouco absorvidos. Este é, particularmente, o caso de cereais e sementes de oleaginosas que contêm fitato ou fósforo fítico (Cousins, 1999).

Fósforo fítico é a designação dada ao fósforo que faz parte da molécula do ácido fítico (hexafosfato de inositol ou fitato) que é encontrado nos vegetais. A molécula de fitato apresenta alto teor de fósforo (28,2%) e sua propriedade anti-nutricional está além do não aproveitamento do fósforo, devido a sua forma química de baixa disponibilidade biológica para aves e suínos (Figura 1).

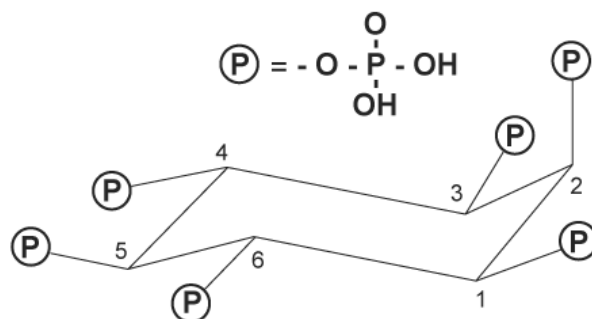


FIGURA 1 Estrutura do ácido fítico, adaptado de Faria et al. (2006)

Este ácido é um potente agente quelante de nutrientes como, por exemplo, proteínas, aminoácidos, amido e cátions (Ravindran et al., 1999), além de ser conhecido por inibir várias enzimas digestivas endógenas, como a pepsina, tripsina e β -amilase, de modo que a digestibilidade dos nutrientes é reduzida devido a formação de complexos insolúveis.

Em vários ensaios experimentais tem-se visto a ação redutora do fitato sobre a atividade das enzimas endógenas e isso ocorre justamente pela ação negativa sobre a digestibilidade e disponibilidade da proteína, amido e, conseqüentemente, da energia presente nas dietas de suínos (Bedford, 1996; Selle, 1997; Sebastian et al., 1998; Consuegro, 1999). Ainda, de acordo com Laurentiz (2005), essa diminuição no aproveitamento e absorção dos nutrientes pode resultar em diminuição do crescimento do animal.

Penz Júnior (1998), em sua revisão, também relaciona esse efeito negativo do ácido fítico sobre a disponibilidade do fósforo e ainda justifica um comprometimento do mineral na absorção de cálcio e outros micro-minerais (cobre e zinco, por exemplo), o que acarreta maior excreção destes nutrientes afetando e prejudicando cada vez mais o ambiente.

Veum et al. (2007), avaliando cevada de um cultivar normal e cevada de baixo fitato (47%, 66% e 80% menos ácido fítico), ambos, com ou sem suplementação de fósforo inorgânico para leitões, observaram um aumento linear no ganho de peso e eficiência alimentar dos animais, maior resistência óssea e melhor absorção e retenção de Ca e P com a menor quantidade de ácido fítico presente na cevada com ou sem adição de fósforo inorgânico. Além disso, os animais que consumiram as dietas com menos de 80% de ácido fítico apresentaram maior digestibilidade de matéria seca, proteína e energia e menor excreção (g/dia) de N, Ca e P quando comparados aos animais que receberam as demais dietas suplementadas com fósforo inorgânico.

Assim, este e outros numerosos estudos têm levado à conclusão de que o ácido fítico e seus derivados podem ligar-se a nutrientes essenciais na dieta tornando-os parcial ou totalmente indisponíveis para sua absorção levando a uma redução no desempenho dos animais.

Dessa forma, o uso de enzimas exógenas na alimentação animal é um marco importante para a nutrição pois permite um melhor aproveitamento dos nutrientes representando uma economia significativa no custo final das formulações de ração (Kies et al., 2001).

A adição dessas enzimas nas dietas representa um mercado mundial em expansão, cujos valores giram em torno de US\$ 5 bilhões por ano, consequência de uma grande utilização na nutrição dos animais, visto que 6% dos produtos industriais comercializados contêm enzimas (Pandey et al., 2001).

Assim, há cerca de 20 anos a fitase vem atraindo a atenção de pesquisadores de todo o mundo principalmente a aqueles relacionados às áreas de nutrição, biotecnologia e proteção ambiental.

Essas enzimas podem ser produzidas industrialmente por processos biotecnológicos sendo derivadas de diferentes fontes de origem animal e vegetal. Segundo Pandey et al. (2001), a síntese das fitases é efetuada a partir de membrana celular de microrganismos, sendo a produção das bactérias, leveduras e fungos as formas mais utilizadas da enzima.

No entanto, de acordo com Konietzny et al. (2004), as fitases bacterianas apresentam-se comercialmente mais promissoras em relação às fúngicas devido a algumas propriedades tais como especificidade de substrato, resistência à proteólise e eficiência catalítica. Os autores ainda citam como exemplo a fitase de *Escherichia coli*, por apresentar várias características favoráveis como aditivo alimentar: pH ótimo próximo ao pH fisiológico do estômago de suínos, pH de alta estabilidade sob condições ácidas, alta eficiência catalítica além de maior resistência à pepsina do que a fitase *Aspergillus Níger*, comercialmente

disponível. Igbasan et al. (2001), complementam a observação mencionando que a fitase de *Escherichia coli* já demonstrou, em experiências *in vivo*, apresentar uma maior disponibilidade do fosfato na molécula de fitato quando comparada à fitase *Aspergillus niger*.

A reação catalisada pela fitase é a de degradar o fitato a mio-inositol e fósforo inorgânico, liberando o grupo ortofosfato e, conseqüentemente, o grupamento amino de aminoácidos básicos e demais cátions para serem absorvidos (Ludke, 1999) beneficiando os animais com um maior aproveitamento da proteína e também de minerais contidos nas dietas, uma vez que, segundo Camiruaga et al. (2001), a retenção dos minerais é significativamente melhorada quando se adiciona fitase às dietas basais com cereais. Em adição, Choct (2006) afirma que essa melhora no aproveitamento dos nutrientes seria uma conseqüência da capacidade que a fitase apresenta em aumentar a disponibilidade do fósforo de origem vegetal em 25 a 50-70%.

Além disso, para muitos autores (Conte, 2002; Silva, 2003; Johnston et al., 2004; Nortey et al., 2007), a fitase pode melhorar a digestibilidade de outros nutrientes tais como o amido e a gordura. Com isso, o aumento da digestibilidade desses nutrientes levaria a um aumento da energia metabolizável do alimento (Vieira, 2007).

Dessa forma e diante do exposto a fitase atua liberando o fósforo fítico dos ingredientes de origem vegetal, aumentando a disponibilidade de nutrientes e conseqüentemente propiciando uma diminuição na excreção destes minerais nas fezes dos animais. Assim gera uma contribuição não somente relacionada ao impacto ambiental mas também a um benefício econômico significativo durante o balanceamento de dietas, uma vez que com uma maior disponibilidade dos nutrientes para o animal pode-se formular rações seguindo planos nutricionais adequados de acordo com cada fase do animal.

2.1.1 Desempenho

Diversos autores, através de seus resultados, têm demonstrado grande eficiência sobre a utilização de fitase em rações para suínos em relação ao desempenho desses animais.

Veum et al. (2006), trabalhando com fitase proveniente de *Escherichia coli* em rações contendo níveis adequados de fósforo sem a utilização de fitase (controle positivo) e deficiente em 0,15% de fósforo sem adição de fitase (controle negativo) ou com a suplementação de 100, 500, 2500 e 12500 FTU/kg de ração) para leitões observaram que o ganho de peso, consumo de ração e a conversão alimentar foram superiores para os níveis mais altos de fitase (2500 e 12500 FTU/kg) quando comparados ao controle positivo. Além disso, os mesmos autores e outros (Zhang et al., 2000; Kies et al., 2006), afirmam não existir nenhum efeito tóxico para os animais quando se utiliza altos níveis desta enzima em rações para suínos.

Em trabalho semelhante, Harper et al. (1997), estudando níveis adequados de fósforo sem a suplementação de fitase microbiana (Natuphos) e níveis reduzidos de fósforo sem a fitase ou com a suplementação de 250 e 500 U/kg de ração, verificaram um melhor desempenho daqueles animais que receberam as dietas contendo níveis reduzidos de fósforo, porém suplementadas com a enzima.

Entretanto, Hinson et al. (2009), analisando duas dietas, sendo uma composta por milho e farelo de soja (controle) e outra formulada com níveis reduzidos de proteína bruta suplementados com aminoácidos sintéticos + milho composto de baixo ácido fítico + fitase (Natuphos 450 FTU/kg) para suínos em crescimento e terminação, não observaram resultados positivos no desempenho dos animais que consumiram a dieta contendo a enzima, relatando uma perda de até 5% no ganho de peso e uma redução na eficiência alimentar desses animais. Na fase de terminação não houve diferença entre os tratamentos.

Em trabalho semelhante, Almeida et al. (2008) associaram fitase (1000 FTU/Kg de ração) a uma ração formulada segundo o conceito de proteína ideal (14% e 16%) com diferentes níveis de energia (3080, 3230 e 3380 kcal/Kg), porém não verificaram diferença significativa sobre o desempenho de leitões dos 15 aos 35 kg. Assim, os autores sugeriram a possibilidade de uma redução nos custos de formulação de ração para suínos na fase inicial de crescimento através da diminuição nos níveis de energia, proteína, fósforo e cálcio em dietas suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase.

2.1.2 Digestibilidade dos nutrientes

A utilização da fitase tem sido uma das principais formas de alterar a formulação das dietas a fim de reduzir o custo por tonelada de ração. Neste caso, as dietas com níveis reduzidos de proteína e/ou aminoácidos, energia e minerais, suplementadas com fitase possibilitam o mesmo desempenho aos animais que uma dieta com níveis nutricionais adequados (Zanella et al., 1999). Assim, a fitase tem sido utilizada com sucesso nas dietas de monogástricos por liberar parte do fósforo e outros nutrientes complexados na forma de fitato, melhorando a digestibilidade da proteína bruta e dos aminoácidos e a absorção de minerais, além de ser eficiente por liberar o amido e lipídeos complexados na molécula, tornando-os mais solúveis e disponíveis para serem absorvidos pelo animal.

Silva (2003) trabalhou com diferentes níveis de fitase (0, 400, 800 e 1200 FTU/kg) sobre a digestibilidade total dos nutrientes e os valores energéticos de rações à base de milho, farelo de soja e farelo de arroz desengordurado para suínos em crescimento e observou uma melhora significativa na digestibilidade ileal da proteína bruta, dos aminoácidos, além de maiores taxas de absorção de Ca e P das rações, quando as dietas foram suplementadas com a enzima. Fialho et al. (2000), além de constatarem maiores valores de digestibilidade de proteína, ainda observaram maiores coeficientes de

digestibilidade de matéria seca, energia digestível e metabolizável das rações ao analisarem fitase obtida a partir de *Aspergillus niger* para suínos em crescimento.

Porém, Ruiz et al. (2006) não observaram diferença para os coeficientes de digestibilidade da energia e proteína bruta das rações com ou sem a adição da fitase quando analisaram dietas compostas por milho, farelo de soja e farelo de arroz, com ou sem a suplementação da enzima (500 FTU / kg de ração) para leitões.

Johnston et al. (2004), estudando dietas à base de milho e farelo de soja para suínos em crescimento, com níveis recomendados de Ca e P, reduzidos em 0,5% e 0,19% respectivamente, e suplementadas com fitase 500 FTU/kg nos dois tipos de dietas, observaram maior digestibilidade de amido e aminoácidos nas dietas suplementadas com fitase com níveis reduzidos de Ca e P. Os autores também observaram maiores concentrações plasminulina e glicose nos animais, obtendo um maior aproveitamento da energia da ração.

Nortey et al. (2007) analisaram a digestibilidade dos nutrientes em dietas para suínos em crescimento utilizando dois tipos de enzimas: xilanase (0 ou 4375 U/kg de ração) e fitase (0 ou 500 UF/kg de ração). Os autores observaram uma melhor digestibilidade da energia, aminoácidos e maior absorção e retenção de cálcio e fósforo quando as enzimas estavam presentes nas dietas dos animais.

Akinmusire & Adeola (2009) fizeram um estudo com base em dois tipos de alimentos (canola e farelo de soja) para suínos em crescimento a fim de determinar a real digestibilidade do fósforo nesses ingredientes. Os autores utilizaram três níveis dos alimentos (132, 264 e 396 g/kg) e dois de fitase (0 ou 1000 UF/kg de ração), e concluíram que a enzima aumentou a digestibilidade verdadeira do fósforo da canola em até 62% contra um aumento de apenas 26% a 33% quando não se utilizou a enzima. Para o farelo de soja esse aumento foi de 70,8% contra 40,9% nas dietas sem fitase.

Em trabalho semelhante, Hill et al. (2009), utilizando milho e farelo de soja de cultivares normais ou de baixo ácido fítico, com ou sem suplementação de fitase (510 UF/kg) para suínos em crescimento, observaram uma maior digestibilidade do fósforo nas dietas contendo baixo ácido fítico suplementadas ou não com fitase quando comparadas às dietas de cultivares normais e/ou sem fitase.

De um modo geral, o fósforo presente nos vegetais como o milho e o farelo de soja tem contribuição no aporte final da formulação de ração, porém a maior preocupação encontra-se na sua forma orgânica não disponível ao animal levando a um baixo desempenho associado à maior excreção de minerais poluentes ao ambiente. Assim, o uso de fitase na formulação de dietas para suínos torna-se uma alternativa viável em relação ao aumento nutricional de muitos ingredientes de origem vegetal contribuindo de forma eficaz neste processo.

2.2 Importância da redução de nutrientes com base em planos nutricionais durante a formulação de rações

Durante o balanceamento de dietas os requerimentos nutricionais dos animais aliado ao conhecimento dos nutrientes disponíveis são fundamentais para o processo de formulação de rações.

Normalmente este processo de formulação baseia-se em tabelas de ingredientes que apresentam nutrientes necessários ao melhor desempenho do animal. Estas tabelas são baseadas em centenas de trabalhos científicos feitos com o intuito de conhecer com profundidade cada um dos ingredientes utilizados nas dietas (Ceccantini, 2006).

Entretanto, nutrientes em excesso nas dietas levam à ineficiência, uma vez que encarecem desnecessariamente as fórmulas ou provocam perdas de desempenho pelo animal. Além disso, a utilização de margens de segurança que

são formulações contendo uma percentagem dos nutrientes acima do recomendado para o animal pode não ser tão efetiva durante o processo de formulação de ração. Essas margens seguem o conceito de que o prejuízo obtido através de uma deficiência nutricional pode ser superior ao custo extra da dieta. Porém essa adoção não deixa de afetar diretamente o aumento dos custos das rações, principalmente se houver pouco conhecimento dos ingredientes utilizados ou da exigência nutricional do animal.

Dessa forma, a elaboração de planos nutricionais específicos para cada fase de produção do animal é uma realidade e pode contribuir significativamente para melhora da rentabilidade da atividade, uma vez que a adoção desses planos reflete a real composição dos ingredientes disponíveis ao animal, o que implica em redução dos custos de formulação além de menor variação do desempenho.

Portanto, indústrias que comercializam fitases disponibilizam várias tabelas, denominadas de “matrizes ou planos nutricionais” para serem empregadas em situações específicas conforme a espécie, dieta e a fase de desenvolvimento dos animais. Estas matrizes são utilizadas nos cálculos simulando a introdução de um ingrediente qualquer em quantidades fixas.

Segundo Shelton et al. (2004), as matrizes nutricionais indicam a quantidade do nutriente (cálcio, fósforo, energia ou aminoácidos) que pode ser liberado quando a fitase for adicionada à dieta. Além disso, os mesmos autores observam a existência de maior acurácia quando se tem valores adequados de uma matriz nutricional durante o processo de formulação de dietas que incluem a fitase.

Dessa maneira, com a utilização da fitase e dos planos nutricionais, é possível reduzir níveis de energia e nutrientes nas rações durante o processo de formulação, diminuindo custos ao mesmo tempo em que se mantém o desempenho do animal.

Entretanto, ainda não está evidente até que ponto se pode reduzir o nível desses nutrientes sem afetar o desempenho dos suínos. Dessa forma, mais pesquisas devem ser conduzidas a fim de maiores esclarecimentos sobre a utilização de valorações nutricionais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de realização do experimento

Dois experimentos foram conduzidos no período de novembro/2008 a janeiro/2009 no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, região Sul de Minas Gerais, latitude 21°14'30'' (S), longitude 45°00'10'' (O) e 910 metros de altitude.

3.2 Animais, instalações e período experimental

3.2.1 Experimento 1 - Desempenho

Para avaliação do desempenho dos animais foram utilizados 30 suínos machos castrados e 30 suínos fêmeas da genética Topigs, com peso inicial de $25 \pm 1,72$ kg e peso final de $50 \pm 2,86$ kg, alojados em dupla (um macho e uma fêmea) em galpão de crescimento com baias de piso concreto (2,3 x 1,5 m), dotadas de comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, durante um período experimental de 30 dias. Antes do alojamento dos animais o galpão foi devidamente limpo e desinfetado permanecendo por um período de sete dias de vazio sanitário.

3.2.2 Experimento 2 – Ensaio de Metabolismo

No ensaio de metabolismo foram utilizados 27 suínos machos castrados da genética Topigs, com peso inicial de $49 \pm 3,67$ kg alojados individualmente em gaiolas metabólicas (parcela experimental), como descrito por Sales et al. (2003), que permitem a coleta de fezes e urina separadamente. As gaiolas permaneceram em sala equipada com temperatura interna controlada em $22 \pm 2,4^\circ$ C. O experimento foi conduzido em três períodos consecutivos, com três

tratamentos cada um, tendo duração de nove dias, sendo cinco dias para adaptação dos animais às gaiolas e quatro dias para coleta total de fezes e urina.

3.3 Delineamento experimental

3.3.1 Experimento 1 - Desempenho

O delineamento foi em blocos ao acaso totalizando três tratamentos e dez repetições com parcela experimental representada por dois animais (macho e fêmea). O critério para formação dos blocos foi o peso dos animais.

3.3.2 Experimento 2 – Ensaio de Metabolismo

O delineamento foi em blocos casualizados, em três tempos consecutivos com diferentes animais, constituindo-se de três tratamentos e totalizando nove repetições. A parcela experimental foi representada por um animal.

3.4 Dietas experimentais

As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja suplementadas com vitaminas, minerais e aminoácidos de forma a atender as recomendações da genética Topigs. Os níveis de fósforo e cálcio da ração foram reduzidos em 36% e 18%, respectivamente, exceto para o tratamento controle. Neste experimento foi utilizada a enzima fitase Genophos obtida a partir da fermentação de *Sacharomices cerevisiae* após inserção de genes de bactérias gram-negativas (*Citrobacter braakii* e *Escherichia coli*).

Este produto comercial apresenta-se na forma de um granulado com atividade preconizada pelo fabricante de 10.000 (FTU/g). A indicação do fabricante é de usar 50 g desse produto por tonelada de ração. Assim, a suplementação de 50 g/t na ração experimental 3 representou 500 FTU/kg de ração.

As dietas (exceto o controle positivo) tiveram seus níveis de nutrientes e energia reduzidos de acordo com um plano nutricional de fitase sugerido pela empresa Uniquímica, a qual forneceu a seguinte contribuição:

Plano nutricional: Proteína bruta - 0,36%; energia bruta - 35 Kcal/Kg; fósforo disponível - 0,13%; cálcio - 0,12%; lisina digestível - 0,017%; metionina digestível - 0,007%; M+C - 0,014%; treonina digestível - 0,016%; triptofano digestível - 0,003% e valina - 0,014%.

Os tratamentos experimentais foram representados da seguinte forma: T1) recomendações nutricionais da genética Topigs (controle positivo); T2) redução nos níveis nutricionais de formulação da ração de acordo com o plano nutricional (controle negativo); T3) redução nos níveis nutricionais de formulação da ração de acordo com o plano nutricional e suplementada com fitase.

A composição dos ingredientes e os valores calculados das dietas experimentais estão representados na Tabela 1.

TABELA 1 Composição centesimal e calculada das dietas experimentais

Ingrediente	T1	T2	T3
	Controle Positivo	Redução nutricional sem fitase	Redução nutricional com fitase
Milho	68,23	71	71
Farelo Soja	27,2	25,9	25,9
Óleo Soja	1,35	0,31	0,31
Fosfato bicálcico	1,4	0,68	0,68
Calcáreo	0,74	0,883	0,883
Sal	0,3	0,3	0,3
Premix Vit./min ¹	0,4	0,4	0,4
L-lisina HCl	0,24	0,253	0,253
DL-Metionina	0,07	0,062	0,062
L-Treonina	0,05	0,047	0,047
Genophos ²	0	0	0,005
Promotor de crescimento ³	0,02	0,02	0,02
Caolim	0	0,145	0,14
Total	100	100	100
Composição calculada			
EM kcal/kg	3255	3220	3220
Proteína bruta (%)	17,99	17,63	17,63
Fósforo disponível (%)	0,356	0,226	0,226
Cálcio (%)	0,706	0,586	0,586
Lisina digestível (%)	1,005	0,99	0,988
Metionina digestível (%)	0,333	0,321	0,321
Treonina digestível (%)	0,649	0,633	0,633
Triptofano digestível (%)	0,191	0,185	0,185

¹ Composição, por kg de produto: cobalto, 125 mg; cobre, 5000 mg; ferro, 17500 mg; iodo, 200 mg; manganês, 10000 mg; selênio, 125 mg; zinco, 20000 mg; niacina, 6250 mg; ácido fólico, 150 mg; ácido pantotênico, 2500 mg; biotina, 12,5 mg; colina, 60000 mg; Vit. A, 2.000.000 U.I.; Vit. B₁, 250 mg; Vit. B₁₂, 5000 mcg; Vit. B₂, 1000 mg; Vit. B₆, 500 mg; Vit. C, 12500 mg; Vit. D₃, 300.000 U.I.; Vit. E, 5000 UI; Vit. K₃, 625 mg; BHT, 500 mg.

² Aditivo enzimático com atividade de fitase (Genophos-500 FTU/Kg da ração)

³ Antibiótico à base de tilosina granulada.

3.5 Procedimento experimental e análises laboratoriais

3.5.1 Experimento 1 - Desempenho

No ensaio de desempenho a água e a ração foram fornecidas à vontade durante um período de 30 dias. Diariamente foi feita a limpeza das baias e duas vezes ao dia a ração fornecida e os desperdícios foram pesados para a determinação do consumo de cada baia.

Para a determinação do ganho de peso os animais foram pesados no início e no final do experimento. A conversão alimentar foi obtida por meio da relação entre o consumo de ração e o ganho de peso durante o período experimental.

As variáveis analisadas para o desempenho foram peso final, ganho de peso diário, consumo diário de ração e conversão alimentar.

3.5.2 Experimento 2 – Ensaio de metabolismo

Os animais foram pesados no início do período de adaptação e no final do experimento. As rações foram fornecidas às 8 h e às 16 h, sendo a quantidade total diária estabelecida com base no peso metabólico $PV^{0,75}$. A quantidade de ração foi ajustada de acordo com o consumo do animal de menor ingestão observado durante o período de adaptação, permitindo a todos os animais o consumo de quantidades iguais de nutrientes, em relação ao peso metabólico. A ração foi umedecida com água na proporção de 2:1 (água/ração). Após o consumo do alimento todos os animais receberam água à vontade. Diariamente a ração desperdiçada foi recolhida para determinação da matéria seca, a qual foi descontada da ração fornecida. Neste experimento, o óxido férrico (Fe_2O_3) foi utilizado como marcador fecal sendo adicionado à ração na primeira e na última refeição do período de coleta (2%).

As fezes foram coletadas diariamente pela manhã e tarde e acondicionadas em sacos plásticos sendo armazenadas em congelador (-20°C).

Posteriormente foram mantidas em temperatura ambiente até o descongelamento, seguido de pesagem e homogeneização, a partir do qual foi retirada uma amostra de aproximadamente 600 g, que foi seca em estufa de ventilação forçada a 65° C e exposta ao ar por uma hora para equilíbrio do teor de umidade à temperatura ambiente, sendo, em seguida, novamente pesada para a determinação da matéria pré-seca. Após esse período, foi novamente retirado todo material estranho (pêlos), sendo posteriormente moídas para a realização das análises laboratoriais.

Da mesma forma, a urina foi coletada diariamente com auxílio de um balde plástico com filtro contendo 10 ml de ácido clorídrico (HCl) 1:1 para evitar a proliferação bacteriana e possíveis perdas de nitrogênio. Desse total diário uma alíquota de 10% do volume padronizado foi retirada e congelada a -20 °C, para futuras análises.

O método utilizado para a determinação do nitrogênio das rações, fezes e urina foi o de Kjeldahl, segundo a AOAC (1990). A energia bruta foi determinada com bomba calorimétrica adiabática (Parr Instruments Co) e as análises de cálcio e fósforo nas fezes e rações foram realizadas através de digestão ácida contendo ácido perclórico e nítrico (1:2) com posterior filtração para obtenção de uma solução mineral. As leituras para fósforo e cálcio foram realizadas segundo o método de colorimetria e absorção atômica, respectivamente, de acordo com a metodologia da AOAC (1990), para posterior determinação da digestibilidade do cálcio e da digestibilidade do fósforo.

Foram analisados o teor de matéria seca (com exceção da urina) e nitrogênio total, segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002), a fim de se determinar os teores de nitrogênio absorvido (NA), nitrogênio retido (NR) e relação NR/NA (%) pelo animal. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal da Universidade Federal de Lavras.

3.5.3 Viabilidade econômica

Foi realizada a análise de viabilidade econômica da suplementação com fitase nas rações. Com base nos preços dos ingredientes das dietas apurados em Lavras, MG, e o preço do suíno na bolsa de Minas Gerais no mês de janeiro de 2009 (Tabela 2), determinaram-se custo com alimentação ($C_{\text{alimentação}}$), através do consumo total de ração de cada animal durante o período experimental, custo do peso inicial do suíno ($C_{\text{suíno}}$), receita bruta (RB), custo total (C_{total}), e assim receita líquida (RL), seguindo o procedimento proposto por Cantarelli (2007):

$$C_{\text{alimentação}} = \text{consumo total de ração} * \text{custo da dieta}$$

$$C_{\text{suíno}} = \text{peso inicial do animal} * \text{preço do quilograma do suíno vivo}$$

$$RB = \text{peso vivo} * \text{preço do quilograma do suíno vivo}$$

$$C_{\text{total}} = C_{\text{alimentação}} + C_{\text{suíno}}$$

$$RL = RB - C_{\text{total}}$$

TABELA 2 Preço do quilograma dos ingredientes das dietas e do suíno no mês de janeiro 2009, apurados em Lavras, MG.

Ingrediente	Custo (R\$/kg)
Milho	0,36
Farelo de soja	1,06
Óleo de soja	2,90
L-lisina-HCl-78%	6,50
DL-metionina 99%	21,50
L-treonina 98,5%	6,61
Fosfato bicálcico	2,95
Calcário	0,20
Sal comum	0,36
Premix mineral/vitamínico	3,40
Tylan 250	87,87
Fitase	34,00
Suíno	2,05

O custo das dietas experimentais, baseado no preço dos ingredientes no mês de janeiro de 2009 encontra-se na Tabela 3.

TABELA 3 Custo das dietas experimentais baseado no preço dos ingredientes no mês de janeiro de 2009, apurados em Lavras, MG.

	Dietas experimentais		
	T1	T2	T3
Custo R\$/kg	0,68209	0,62614	0,62784

3.6 Análises estatísticas

Os dados referentes aos tratamentos foram submetidos à análise de variância segundo SISVAR (Sistema para Análise de Variância de Dados Balanceados), desenvolvido por Ferreira (2000). Para interpretação dos resultados utilizou-se o teste de Scott-Knott a 5% de significância para comparação dos diferentes tratamentos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho

Os resultados de peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD) e conversão alimentar (CA) de animais que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional estão apresentados na Tabela 4.

TABELA 4 Peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD) e conversão alimentar (CA) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional¹.

VARIÁVEL	TRATAMENTO			MÉDIA	CV (%)
	Controle Positivo	Redução nutricional sem fitase	Redução nutricional com fitase		
PF (kg)	50,95 a	48,35 b	50,14 a	49,82	3,20
GPD (g/dia)	0,84 a	0,76 b	0,82 a	0,81	6,27
CRD(kg/dia)	1,95	1,93	1,99	1,96	7,91
CA	2,32 b	2,58 a	2,43 b	2,45	8,74

¹Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste Scott-Knott (P<0,05)

A variável consumo de ração diário não diferiu (P>0,05) entre os tratamentos no presente trabalho.

Com relação ao peso final, ganho de peso diário e conversão alimentar houve diferença (P<0,05). O tratamento contendo redução nutricional e fitase foi o que apresentou o melhor desempenho pelos animais uma vez que não diferiu do tratamento controle positivo.

Esses resultados vêm sugerir que a fitase atuou na liberação do fitato dos ingredientes de origem vegetal em quantidade suficiente para otimizar o desempenho dos animais que receberam dietas contendo níveis nutricionais reduzidos.

Diversos outros trabalhos têm demonstrado efeito positivo da enzima sobre o desempenho de suínos (Ketarem et al., 1993; Murry et al., 1997; Harper et al., 1997; Liu et al., 1997; Ludke et al., 2000; Kies et al., 2006; Veum et al., 2006).

Assim, de forma similar aos resultados obtidos neste trabalho, Lei et al (1993), avaliando a suplementação de fitase nas dietas para suínos em crescimento observaram respostas positivas no ganho de peso dos animais. Da mesma forma, Zhang et al. (2000) e Ludke et al. (2000) constataram efeito linear crescente da fitase sob a mesma variável.

Em experimento realizado com suínos dos 25 aos 50 kg, Walz & Pallauf (2002) não observaram diferenças no ganho de peso dos animais trabalhando com dietas formuladas contendo níveis adequados e reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo suplementadas com aminoácidos e fitase. Estes resultados foram semelhantes aos verificados no presente trabalho.

Observou-se que a suplementação de fitase em dieta contendo níveis nutricionais reduzidos a partir de um plano de valoração mostrou-se efetiva em suprir as exigências nutricionais dos suínos através de maior disponibilização de fósforo da dieta, não causando nenhuma deficiência ao animal que pudesse comprometer negativamente seu desempenho, uma vez que estes apresentaram o mesmo desempenho quando comparados a suínos alimentados com dietas contendo níveis nutricionais recomendados.

Segundo Choct (2006) a presença da fitase nas dietas dos animais pode aumentar a disponibilidade do fósforo fítico nos alimentos em até 70%. Dessa forma e diante dos resultados, o aumento no ganho de peso dos animais pode ser explicado, provavelmente, pelo incremento na disponibilidade de minerais, principalmente do fósforo, ocasionado pela adição da fitase em dietas formuladas com níveis nutricionais reduzidos.

O consumo de ração diário não foi influenciado ($P>0,05$) pela utilização da fitase. Isto também ocorreu em estudos realizado por Ludke et al. (2000), Figueiredo et al. (2000), Moreira et al. (2001) e Silva (2003). Porém, Cromwell et al. (1995), estudando níveis crescentes de fitase observaram tendência de redução do consumo pelos animais.

No entanto, o resultado obtido neste experimento foi o esperado, uma vez que a composição energética da ração teve uma variação pequena entre a dieta contendo nível nutricional reduzido e recomendado, sendo de apenas 35 Kcal essa diferença. Segundo Kerr et al. (2003), diferenças de valores energéticos entre as dietas em torno de até 120 Kcal são consideradas pequenas para influenciar este parâmetro.

Em vários trabalhos a fitase atua de forma positiva na liberação de energia das dietas (Fialho et al., 2000; Johnston et al., 2004; Nortey et al., 2007).

De acordo com Ravindran et al. (2001), a melhora observada na energia disponível das dietas contendo fitase estaria relacionada a seu efeito indireto sobre a digestibilidade dos nutrientes, uma vez que a enzima atua impedindo a reação de saponificação entre os lipídeos de nutrientes e os minerais do complexo fitato-mineral.

Entretanto, no presente estudo, não foi observada essa maior disponibilização energética, o que também pode ter influenciado a semelhança de consumo entre os animais. Sem a maior disponibilização da energia na presença da fitase os animais consumiram quantidades de ração semelhantes à dieta contendo nível nutricional recomendado e/ou reduzido sem fitase.

Segundo Viveiros et al. (2002), em dietas com níveis nutricionais reduzidos de fósforo pode haver diminuição do consumo de alimentos pelos animais, uma vez que há a deficiência do mineral. Porém, essa constatação não foi observada neste estudo, possivelmente, devido à atuação da fitase na ruptura

do complexo P-ácido fítico, liberando o mineral para ser absorvido e inativando o efeito depressor da sua deficiência sobre o consumo de ração pelo animal.

A variável conversão alimentar apresentou efeito ($P < 0,05$). A adição de fitase às rações de suínos contendo níveis nutricionais reduzidos não diferiu da ração controle. Neste estudo, a melhora desta variável sobre o desempenho dos animais está relacionada principalmente ao aumento no ganho de peso diário, uma vez que o consumo dos suínos não foi influenciado.

Com base nesses resultados, é possível inferir que suínos alimentados com dietas contendo fitase são mais eficientes na utilização dos alimentos por unidade de ganho de peso, uma vez que a enzima promoveu desempenho semelhante entre os animais que receberam rações contendo níveis nutricionais reduzidos e recomendados.

Silva (2003) observou uma melhora de 3,3% na conversão alimentar de suínos em crescimento que receberam rações suplementadas com fitase (500 FTU/kg da dieta).

Entretanto, ao contrário dos resultados obtidos neste trabalho, Hinson et al. (2009), trabalhando com suínos em crescimento e dietas contendo aminoácidos cristalinos e fitase, observaram redução na eficiência alimentar dos animais que receberam o tratamento contendo a enzima. Segundo os autores, trabalhos relacionando aminoácidos cristalinos com níveis reduzidos de fósforo e fitase em dietas para suínos com alto potencial genético ainda são escassos na literatura.

Em contradição, Brana et al. (2006) analisando rações contendo níveis adequados de fósforo (controle positivo), deficientes em fósforo e sem fitase (controle negativo) e/ou suplementadas com fitase para leitões, observaram uma melhor eficiência alimentar dos animais que receberam dietas deficientes em fósforo suplementadas com a enzima quando comparada às outras dietas. Assim, de acordo com esses resultados e com os de outros autores (Harper et al., 1997;

Veum et al., 2006), a fitase apresenta uma maior efetividade em dietas deficientes em fósforo. Este fato pode ser atribuído a eficiência da fitase em hidrolisar o fitato, disponibilizando a partir dos alimentos maiores quantidades de fósforo para o animal. Com isso, rações formuladas contendo níveis adequados do mineral poderiam levar a um excesso de fósforo absorvido pelo suíno resultando em pior desempenho.

Dessa maneira e diante dos resultados obtidos neste trabalho a adição de fitase em dietas de suínos pode ser uma alternativa viável por melhorar a conversão alimentar (Costa et al., 2007), além de aumentar o peso corporal dos animais. Além disso, a utilização de fitase em dietas com níveis nutricionais reduzidos a partir de planos de valoração pode ser economicamente viável, uma vez que permite a redução de nutrientes durante a formulação de ração diminuindo custos ao mesmo tempo em que mantém o desempenho dos animais.

4.2 Balanço energético e de nitrogênio

Os valores de matéria seca digestível (MSD), coeficiente de digestibilidade da energia bruta (CDEB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) de animais alimentados com rações contendo fitase de acordo com plano nutricional estão apresentados na Tabela 5.

TABELA 5 Matéria-seca digestível (MSD), coeficiente de digestibilidade da energia bruta (CDEB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional¹.

VARIÁVEL	TRATAMENTO			MÉDIA	CV (%)
	Controle positivo	Redução nutricional sem fitase	Redução nutricional com fitase		
MSD (%)	87,55	87,95	88,01	88,04	1,66
CDEB (%)	86,14	86,99	86,20	86,44	2,00
ED(Kcal/kg) ²	3356	3348	3330	3345	1,83
EM(Kcal/kg) ²	3112	3103	3061	3092	3,55

¹Não houve diferenças (P>0,05) pelo teste Scott-Knott

²Valores expressos na matéria natural

Não foi verificada diferença (P>0,05) entre os tratamentos para nenhuma das variáveis analisadas. De acordo com Liao et al. (2005), o fitato pode levar a formação de complexos fitato-amido reduzindo a digestibilidade da energia da ração, além de inibir a α -amilase, importante enzima que participa do processo de digestão de carboidratos.

Provavelmente, neste trabalho, as associações entre ácido fítico e amido podem não ter sido suficientes para influenciar a digestibilidade da energia através de uma maior atuação da fitase. Aliada a isso, a semelhança do tratamento contendo fitase ao controle positivo, deve-se ao fato da redução do nível de energia da dieta ter sido leve, não causando deficiências que pudessem influenciar a digestibilidade desse nutriente.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2003), que analisando dietas suplementadas com fitase para suínos em crescimento, não observou variação sobre a digestibilidade da matéria-seca e valores de energia digestível e metabolizável da ração. O'Quinn et al. (1997) e Walz & Pallauf (2002) também obtiveram os mesmos resultados em relação às variáveis de energia.

Entretanto, Almeida et al. (2008) associando fitase a uma ração formulada segundo o conceito de proteína ideal e com diferentes teores de energia para leitões, verificaram maiores valores de energia digestível em rações com menor nível de proteína suplementadas com fitase.

Ketaren et al. (1993), analisando material retirado do íleo de suínos em crescimento, também verificaram maior retenção de energia com a suplementação da fitase na dieta.

Em revisão descrita por Mroz et al. (1994), os autores justificam que resultados de melhores coeficientes de digestibilidade podem ser explicados pela possível liberação do complexo fitato- proteína- amido presente no farelo de soja e no milho. Entretanto, no presente estudo não foram observadas melhoras em relação a estes coeficientes de digestibilidade. Possivelmente, houve uma baixa complexação da molécula de fitato à energia e proteína da dieta e assim a enzima mostrou-se ineficiente na liberação desses nutrientes, sendo mais efetiva na liberação do fósforo.

Os valores de nitrogênio absorvido (%NABS), nitrogênio retido (%NRET) e nitrogênio retido e absorvido (%NRET ABS) são apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 Nitrogênio absorvido (%NABS), nitrogênio retido (%NRET) e nitrogênio retido e absorvido (%NRET ABS) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional¹.

VARIÁVEL	TRATAMENTO			MÉDIA	CV (%)
	Controle positivo	Redução nutricional sem fitase	Redução nutricional com fitase		
NABS (%)	86,29	87,08	86,44	86,61	2,13
NRET (%)	49,09	50,14	49,07	49,43	7,21
NRET/ABS(%)	56,92	57,64	56,82	57,12	6,65

¹Não houve diferenças (P>0,05) pelo teste Scott-Knott.

Em relação às variáveis analisadas não foi constatada diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Possivelmente, os níveis nutricionais reduzidos associados à adição de fitase na dieta foram insuficientes para influenciar a digestibilidade da proteína com consequente retenção do nutriente nos tecidos dos animais.

Martins (2003) relata que as respostas à adição de fitase nas dietas são influenciadas não somente pela quantidade de fósforo fítico mas também pelas propriedades químicas e estruturais dos complexos formados entre o fitato e as proteínas. Assim, vários aminoácidos podem estar ligados à molécula de fitato formando complexos insolúveis (Namkung et al., 1999) prejudicando, dessa forma, a digestibilidade protéica do nutriente pelo animal.

Portanto, de acordo com os resultados obtidos no presente estudo, deve ter havido uma baixa complexação entre a molécula de fitato e a proteína, uma vez que, mesmo na presença da fitase, os tratamentos não se diferenciaram.

Os mesmos resultados foram observados por Fialho et al. (2000) que não constataram influência da fitase sobre a retenção de nitrogênio de suínos em crescimento. Ruiz et al. (2006) também não verificaram diferenças em relação a absorção de nitrogênio em leitões. Os autores trabalharam com dietas compostas de milho, farelo de soja e farelo de arroz, suplementadas ou não com fitase (500 FTU / kg de ração).

Resultados diferentes foram encontrados por Walz & Pallauf (2002), que verificaram aumento de 16% sobre a retenção de nitrogênio em suínos recebendo rações formuladas contendo níveis nutricionais reduzidos suplementadas ou não com fitase. Da mesma forma, Bruce & Sundst (1995), Selle et al. (1996) e Ludke et al. (2000), observaram influência da fitase sobre a retenção de nitrogênio em suínos.

Entretanto, outro fator que pode ter contribuído para os resultados obtidos no presente trabalho, deve-se à relação Ca:P da dieta. De acordo com Quian et al. (1996), a suplementação com fitase em rações para suínos deve

ocorrer quando esta apresentar uma relação mais baixa possível, próxima a 1,2:1. Quando a relação molar de cátions (cálcio e fósforo) estiver acima de 2:1 ou 3:1, a formação do complexo insolúvel é muito maior.

Neste trabalho a suplementação de fitase ocorreu em uma relação Ca:P próxima a 2,6:1, o que pode ter influenciado na semelhança entre os resultados, não relatando maiores coeficientes de absorção e retenção de nitrogênio pelos animais que receberam dieta suplementada com fitase.

Segundo Oberleans & Harland (1996), como o fitato se liga a aminoácidos básicos da proteína, esta não será liberada se estiver ligada a um complexo mais resistente à ação da fitase uma vez que a enzima atua liberando o fósforo fitico e, por extensão, o nitrogênio do grupo amina de algum aminoácido ligado ao fósforo fitico.

Aliado a isso, Nunes (1998) em revisão, observa que se quantidades adequadas de Ca e P são fornecidas ao animal, sua utilização será mais eficiente se guardarem entre si uma relação de proporção. Portanto, torna-se necessário o aprofundamento de pesquisas para determinar até que ponto a relação de cálcio e fósforo na dieta pode influenciar a digestibilidade dos nutrientes para manter um expressivo desempenho dos suínos.

4.3 Digestibilidade do cálcio e fósforo

Os resultados da digestibilidades do cálcio (%DCa) e do fósforo (%DP) dos animais que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional estão apresentados na Tabela 7.

TABELA 7 Digestibilidade do cálcio (%DCa) e digestibilidade do fósforo (%DP) de rações contendo fitase de acordo com plano nutricional¹.

VARIÁVEL	TRATAMENTO			MÉDIA	CV (%)
	Controle positivo	Redução nutricional sem fitase	Redução nutricional com fitase		
DCa (%)	54,99 b	63,17 a	65,58 a	61,24	6,03
DP (%)	45,10 b	46,39 b	52,29 a	47,93	10,29

¹Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste Scott-Knott (P<0,05)

Com relação à digestibilidade do cálcio e a digestibilidade do fósforo das rações, houve diferença (P<0,05) entre os tratamentos avaliados. Verificou-se que a suplementação de fitase na dieta melhorou (P<0,05) o aproveitamento do fósforo. Quanto à digestibilidade do cálcio, a dieta suplementada com fitase apresentou valores semelhantes ao grupo controle negativo e superiores ao grupo controle positivo.

De acordo com Vats & Banerjee (2004), a disponibilidade do fósforo fítico de alimentos vegetais é reduzida em animais monogástricos devido a pouca ou nenhuma atividade de fitase no trato gastrointestinal. Assim, as conclusões de pesquisas demonstram unanimidade no efeito benéfico da adição de fitase principalmente sobre a disponibilidade do fósforo. Os resultados do presente trabalho vêm concordar com essa afirmação.

Resultados semelhantes foram observados por Veum et al. (2006), que verificaram melhores disponibilidades do fósforo e também do cálcio e magnésio em dietas formuladas com níveis nutricionais reduzidos para leitões.

Vários pesquisadores também obtiveram os mesmos resultados (Walz & Pallauf, 2002; Auspurger et al., 2003; Silva, 2003; Hill et al., 2009).

Nortey et al. (2007), analisando a digestibilidade dos nutrientes em dietas para suínos em crescimento utilizando fitase, observaram maior absorção

e retenção de cálcio e fósforo quando a enzima estava presente nas dietas dos animais.

Entretanto, no presente estudo, a fitase não demonstrou grande efetividade sobre a digestibilidade do cálcio para suínos em crescimento, uma vez que a dieta contendo nível nutricional reduzido e suplementada com fitase não diferiu da dieta sem suplementação (controle negativo). Provavelmente, os tratamentos (exceto o controle positivo) apresentaram uma maior disponibilização do cálcio devido à formulação contendo níveis do mineral reduzido na dieta, levando ao melhor aproveitamento pelo animal, visto que os tratamentos continham uma redução de 18% do nutriente quando comparado ao controle positivo.

Segundo Murray et al. (1990), o cálcio absorvido pelo animal cai na corrente sanguínea e seu mecanismo de transporte às células é regulado por um sistema hormonal constituído de três hormônios responsáveis pelo processo de equilíbrio das concentrações plasmáticas do mineral. Esses hormônios seriam os paratireoideanos (PTH), calcitonina (CT) e estrógeno. Assim, o hormônio PTH estimula o movimento do cálcio e fósforo dos ossos para o sangue principalmente quando existe uma deficiência dos minerais na dieta.

Dessa maneira, possivelmente, houve uma maior atuação deste hormônio no metabolismo dos suínos, translocando uma maior quantidade de cálcio dos ossos para ser absorvido pelos animais, uma vez que as dietas que apresentaram maiores coeficientes de digestibilidade do cálcio continham uma deficiência do mineral.

Entretanto, resultados diferentes foram encontrados por Sands et al. (2001), que trabalhando com milho de cultivar normal e milho de fósforo altamente disponível suplementados ou não com fitase para suínos em crescimento observaram maior retenção de cálcio em dietas contendo a enzima.

A atuação de fitases nas dietas de suínos apresentam efetivas ações sobre a disponibilidade dos nutrientes e o melhor desempenho do animal. Porém, resultados variados são observados e possíveis explicações para tal fato estariam relacionadas principalmente à variação existente entre as cepas e as dosagens utilizadas, bem como a complexação existente entre o fitato e os ingredientes da dieta.

Dessa forma, a adição da fitase provocou uma ruptura do complexo P-ácido fítico da dieta, liberando maiores quantidades de fósforo para ser aproveitado pelos animais levando a um expressivo desempenho dos suínos quando comparados aos que receberam a mesma dieta, porém, sem a suplementação.

4.4 Viabilidade econômica

Os resultados calculados da viabilidade econômica do uso de fitase na ração estão apresentados na Tabela 8.

TABELA 8 Viabilidade econômica de rações contendo fitase de acordo com plano nutricional¹.

VARIÁVEL (R\$)	TRATAMENTO			MÉDIA	CV (%)
	Controle positivo	Redução nutricional sem fitase	Redução nutricional com fitase		
Custo Total	92,36 a	88,91b	89,81b	90,36	3,30
Receita bruta	104,46 a	99,11b	102,79 a	102,12	3,20
Receita líquida	10,46 b	9,33 b	12,18 a	10,66	17,61

¹Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste Scott-Knott (P<0,05)

Observou-se diferença entre os tratamentos (P<0,05) para todas as variáveis analisadas. A dieta controle positivo, que manteve uma formulação com níveis nutricionais recomendados aos animais, apresentou um maior custo

total quando comparada às demais dietas que continham níveis nutricionais reduzidos e/ou suplementadas com fitase.

Esses resultados vêm sugerir que formulações de dietas seguindo níveis recomendados aos animais refletem maiores custos devido à maior utilização de nutrientes na dieta quando comparados a dietas contendo níveis nutricionais reduzidos a partir de planos de valoração e suplementadas com fitase. Considerando que a alimentação de suínos apresenta custos elevados, chegando a constituir até 70% do seu total (Nunes et al., 2001), estes resultados constituem uma alternativa economicamente viável para o suinocultor.

Resultados semelhantes foram observados por Fireman et al. (1999), que obtiveram menores custos de ração/kg de peso vivo do suíno, com o uso da fitase nas dietas. Porém, Santos et al. (2008) não observaram viabilidade nos custos com a utilização de fitase ao trabalharem com a suplementação da enzima associada a diferentes níveis de redução de fósforo inorgânico na dieta.

Com relação à receita bruta, a dieta contendo níveis nutricionais reduzidos e suplementada com fitase apresentou melhores resultados ($P < 0,05$) não diferindo da dieta controle positivo. A receita líquida também apresentou efeito ($P < 0,05$), uma vez que com a suplementação da fitase houve melhores lucros de produção quando comparada às demais dietas.

Dessa forma, os índices refletem o efeito positivo da utilização de fitase em dietas formuladas com níveis nutricionais reduzidos sobre o desempenho dos animais, surgindo assim, uma alternativa viável para os produtores no sentido de alcançarem maior rentabilidade através de formulações com base em planos nutricionais, ao mesmo tempo em que mantém o desempenho do animal.

5 CONCLUSÕES

A suplementação com fitase em rações formuladas com níveis nutricionais reduzidos para suínos em crescimento proporciona desempenho semelhante ao controle positivo (níveis nutricionais recomendados).

A digestibilidade do fósforo é maior com a utilização da fitase. Entretanto, o cálcio tem um melhor aproveitamento pelos animais quando se tem uma formulação de ração contendo níveis nutricionais reduzidos, independente do uso da enzima.

A suplementação de 500 FTU/kg de fitase em dietas para suínos em crescimento formuladas com níveis nutricionais reduzidos a partir de um plano de valoração de fitase é economicamente viável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKINMUSIRE, A. S.; ADEOLA, O. True digestibility of phosphorus in canola and soybean meals for growing pigs: Influence of microbial phytase. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 3, p. 977-983, Mar. 2009.

ALMEIDA, M. J. M.; FIALHO, E. T.; ZANGERONIMO, M. G.; LIMA, J. A. F.; RODRIGUES, P. B.; SILVA, H. O. Níveis de energia metabolizável em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal e suplementadas com fitase para leitões dos 15 aos 35 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 5, maio 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington, 1990. 1230 p.

AUGSPURGER, N. R.; WEBEL, D. M.; LEI, X. G.; BAKER, D. H. Efficacy of *E. coli* phytases expressed in yeast for releasing phytate-bound phosphorus in young chicks and pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 2, p. 474-483, Feb. 2003.

BEDFORD, M. R. The effects of enzymes on digestion. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 5, n. 4, p. 370-378, Oct./Dec. 1996.

BRANA, D. V.; ELLIS, M.; CASTANEDA, E. O.; SANDS, J. S.; BAKER, D. H. Effect of a novel phytase on growth performance, bone ash and mineral digestibility in nursery and grower-finisher pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 4, p. 1839-1849, Apr. 2006.

BRUCE, J. A. M.; SUNDST, F. The effect of microbial phytase in diets for pigs on apparent ileal and faecal digestibility, pH and flow of digesta measurements in growing pigs fed a high-fibre diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 1, p. 121-127, Jan. 1995.

CAMIRUAGA, M.; GARCIA, F.; ELERA, R.; SIMONETTI, C. Respuesta productiva de pollos broilers a la adición de enzimas exógenas a dietas basadas en maíz o triticale. **Ciencia e Investigación Agraria**, Santiago, v. 28, n. 1, p. 23-36, ene./abr. 2001.

CANTARELLI, V. S. **Ractopamina em rações para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita**. Lavras: UFLA, 2007. 108 p.

CECCANTINI, M. L. **Novas técnicas e tecnologias na análise de alimentos aplicados à formulação (NIRs)**. São Paulo: Adisseo Brasil Nutrição Animal, 2006. Disponível em: <[http://www.domit.com.br/SeminarioPos/MarcioCeccantini/Novas%20Tecnicas%20e%20Tecnologias%20na%20Analise%20de%20Alimentos\(NIRS\).PDF](http://www.domit.com.br/SeminarioPos/MarcioCeccantini/Novas%20Tecnicas%20e%20Tecnologias%20na%20Analise%20de%20Alimentos(NIRS).PDF)>. Acesso em: 5 ago. 2009.

CHAPMAN, H. L.; KASTELIC, J.; ASHTON, G. C.; CATRON, D. V. A comparison of phosphorus from different sources for growing and finishing. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 14, n. 12, p. 1073-1085, Dec. 1955.

CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. **Word's Poultry Science Journal**, Oxford, v. 62, n. 1, p. 5-15, Mar. 2006.

CONSUEGRO, J. P. Uso de fitasa microbiana em dietas para avicultura. **Industria Avícola**, Mount Morris, v. 46, n. 5, p. 27-28, May 1999.

CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A. S.; BERTECHINI, A. G.; FILAHO, E. T.; MUNIZ, J. A. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1289-1296, nov./dez. 2002.

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

COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV- EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1., 1999, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa, 1999. p. 118-132.

CROMWELL, G. L.; COFFEY, R. D. Phosphorus-a key essential nutrient, yet a possible major pollutant-its central role in animal nutrition. In: ANNUAL SYMPOSIUM BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 7., 1991, Nicholasville. **Proceeding...** Nicholasville: Alltech Technical, 1991. p. 135-145.

DOMÍNGUEZ, B. M; GÓMEZ, M. V. I.; LEÓN, F. R. Ácido fítico: aspectos nutricionais e implicações analíticas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 52, n. 3, p. 219-231, set. 2002.

FARIA, O. L. V.; KOETZ, P. R.; SANTOS, M. S.; NUNES, W. A. Remoção de fósforo de efluentes da parboilização de arroz por absorção biológica estimulada em reator em batelada seqüencial (RBS). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 309-317, jan. 2006.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F.; SILVA, H. O.; OLIVEIRA, V.; SOUSA, R. V. Efeito da fitase sobre a digestibilidade dos nutrientes e energia em rações de suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

FIGUEIREDO, A. V.; FIALHO, E. T.; VITTI, D. M. S. S.; LOPES, J. B.; SILVA FILHO, J. C. Ação da fitase sobre a disponibilidade biológica do fósforo, por intermédio da técnica de diluição isotópica, em dietas com farelo de arroz integral para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 177-182, jan. 2000.

FIREMAN, F. A. T.; LÓPEZ, J.; FIREMAN, A. K. B. T. Desempenho e custos de suínos alimentados com dietas contendo 50% de farelo de arroz integral suplementados com fitase e/ou celulase. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. 1 CD-ROM.

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, n. 12, p. 3174-3186, Dec. 1997.

HELDRICH, K. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington: The Association, 1990. 1230 p.

HILL, B. E.; SUTTON, A. L.; RICHERT, B. T. Effects of low-phytic acid corn, low-phytic acid soybean meal, and phytase on nutrient digestibility and excretion in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 4, p. 1518-1527, Apr. 2009.

HINSON, R. B.; SCHINCKEL, A. P.; RADCLIFFE, J. S.; ALLEE, G. L.; RICHERT, B. T. Effect of feeding reduced crude protein and phosphorus diets on weaning-finishing pig growth performance, carcass characteristics, and bone characteristics **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 4, p. 1502-1517, Apr. 2009.

IGBASAN, F.; SIMON, O.; MIKSCH, G.; MÄNNER, K. Eficácia de uma fitase *Escherichia coli* na melhoria da biodisponibilidade de fósforo e cálcio em suínos de aves de capoeira e os jovens. **Archive of Animal Nutrition**, Montreux, v. 54, n. 1, p. 117-126, Jan./Mar. 2001.

JOHNSTON, S. L.; WILLIAMS, S. B.; SOUTHERN, L. L.; MATTHEWS, J. O.; OLCOTT, B. M. Effect of phytase addition and dietary calcium and phosphorus levels on plasma metabolites and ileal and total-tract nutrient digestibility in pigs^{1,2,3,4}. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 3, 705-714, Mar. 2004.

KERR, B. J.; YEN, B. J.; NIENABER, J. A.; EASTER, R. A. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 8, p. 1998-2007, Aug. 2003.

KETAREN, P. P.; BATTERHAM, E. S.; DETTMANN, E. B.; FARRELL, D. J. Phosphorus studies in pigs. 3. Effect of phytase supplementation on the digestibility and availability of phosphorus in soya-bean meal for grower pigs. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 70, n. 1, p. 289-311, July 1993.

KIES, A. K.; HEMERT, K. H. F. van; SAUER, W. C. Effect of Phytase on protein and amino acid digestibility and energy utilization. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 57, n. 1, p. 109-126, Jan./Mar. 2001.

KIES, A. K.; KEMME, P. A.; SEBEK, L. B. J.; DIEPEN, J. T. M. van; JONGBLOED, A. Effect of graded doses and a high dose of microbial phytase on the digestibility of various minerals in weaner pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 3, p. 1169-1175, Mar. 2006.

KONIETZNY, U.; GREINER, R. Bacterial phytase: potential application, *in vivo* function and regulation of its synthesis. **Brazilian Journal Microbiologic**, São Paulo, v. 35, n. 1/2, jan./jun. 2004.

LAURENTIZ, A. C.; JUNQUEIRA, O. M.; CASARTELLI, E. M.; MARQUES, E. M. Efeito da fitase em dietas com diferentes níveis de fósforo sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 7, p. 89, 2005. Suplemento.

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, Dec. 1993.

LIAO, S. F.; SAUER, W. C.; KIES, A. K.; ZHANG, Y. C.; CERVAANTES, M.; HE, J. M. Effect of phytase supplementation to diets for weanling pigs on the digestibilities of crude protein, amino acids and energy . **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 3, p. 625-633, Mar. 2005.

LIU, J.; BOLLINGER, D. W.; LEDOUX, D. R.; ELLERSIECK, M. R.; VEUM, T. L. Soaking increases the efficacy of supplemental microbial phytase in a low-phosphorus corn-soybean meal diet for growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 5, p. 1292-1298, May 1997.

LOPES, J. B.; VITTI, D. M. S. S.; FIGUEIRÊDO, A. V.; BARBOSA, H. Avaliação das perdas endógenas e das exigências de fósforo, por meio da técnica da diluição isotópica, para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 28, n. 4, p. 773-778, abr. 1999.

LUDKE, M. C. M. M.; LOPEZ, M. C.; BRUM, P. R.; LUDKE, J. V. Efeito da fitase sobre a disponibilidade do nitrogênio e energia em dietas para suínos em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. 1 CD-ROM.

MOREIRA, J. A.; VITTI, D. M. S. S.; TRINDADE NETO, M. A.; LOPES, J. B. Enzima fitase e farelo de arroz desengordurado para suínos. In: REUNIÃO ANUAL BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 703-704.

MROZ, Z.; JONGBLOED, A. W.; KEMME, P. A. Apparent digestibility and retention of nutrients bound to phytate complexes as influenced by microbial phytase and feeding regimen in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 126-132, Jan. 1994.

MURRAY, 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 nursery pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 5, p. 1284-1291, May 1997.

MURRAY, R. K.; GRANER, D. K.; MAYNES, P. A.; RODWELL, V. W.
Bioquímica. São Paulo: Atheneu, 1990. 705 p.

NAMKUNG, H.; LEESON, S. The effect of phytase enzyme on dietary nitrogen-corrected apparent metabolizable energy and the ileal digestibility of nitrogen and amino acids in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 9, p. 1317-1319, Sept. 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. Washington: National Academy of Sciences, 1998. 212 p.

NORTEY, T. N.; PATIENCE, J. F.; SIMMINS, P. H.; TROTTIER, N. L.; ZIJLSTRA, R. T. Effects of individual or combined xylanase and phytase supplementation on energy, amino acid, and phosphorus digestibility and growth performance of grower pigs fed wheat-based diets containing wheat millrun. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 6, p. 1432-1443, June 2007.

NUNES, J. I. **Nutrição animal básica**. 2. ed. rev. e aum. Belo Horizonte: FEP/MVZ, 1998. 387 p.

NUNES, R. C.; KRONKA, R. N.; SALES, C. P.; MESQUITA, A. J.; NUNES, V. Q. Retirada dos suplementos micromineral e/ou vitamínico da ração de suínos em fase de terminação: características de carcaça e vida de prateleira da carne suína. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 2, n. 2, p. 79-86, jul./dez. 2001.

O'QUINN, P. R.; KNABE, D. A.; GREZ, E. J. Efficacy of Natuphos in sorghum-based diets of finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 5, p. 1299-1307, May 1997.

OBERLEAS, D.; HARLAND, B. F. Impact of phytate on nutrient availability. In: COELHO, M. B.; KORNEGAY, E. T. (Coord.). **Phytase in animal nutrition and waste management**. Mount Olive: BASF Corporation, 1996. p. 77-84.

PANDEY, A.; SZAKACS, G.; SOCCOL, C. R.; RODRIGUEZ-LEON, J. A.; SOCCOL, V. T. Production purification and properties of microbial phytases. **Bioresource technology**, Essex, v. 77, n. 3, p. 203-214, May 2001.

PENZ JÚNIOR, A. M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu,: SBZ, 1998. p. 165-178.

QUIAN, H.; KORNEGAY, E. T.; CONNER JÚNIOR, D. E. Adverse effects of wide calcium : phosphorus ratios on supplemental phytase. Efficacy for weaning pigs fed two dietary phosphorus levels. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 6, p. 1288-1297, June 1996.

RABELLO, C. B. V.; VIEIRA, A. R.; LUDKE, M. C. M. M.; TORRES, D. M.; LOPES, J. B. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 267-275, dez. 2007.

RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAN, G.; BRYDEN, L. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broiler. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 5, p. 699-706, May 1999.

RAVINDRAN, V.; SELLE, P. H.; RAVINDRAN, G.; MOREL, P. C. H.; KIES, A. K.; BRYDEN, W. L. Microbial phytase improves performance, apparent metabolizable energy, and ileal amino acid digestibility of broilers fed a lysine-deficient diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 3, p. 338-344, Mar. 2001.

RUIZ, U. S.; TTHOMAZ, M. C.; KRIFONKA, R. N.; MEME, R.; FRAGA, A. L.; HUAYNATE, R. R. R.; WATENABE, P. H.; SANTOS, V. M.; SILVA, S. Z. da; FARIA, H. G. Adição de fitase sobre a digestibilidade de dietas para suínos na fase de creche. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. 1 CD-ROM.

SALES, G. T.; FIALHO, E. T.; VOLPATO, C. T. Modificação nas gaiolas metabólicas para experimentos com suínos. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS, 26., 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. p. 249.

SANTOS, S. P.; NUNES, R. C.; LOPES, E. L.; RONEI, M. N. B.; STRINGUINIAN, J. H.; OLIVEIRA, P. A.; RUFINO, L. M. Retirada do suplemento micromineral-vitamínico, redução de fósforo inorgânico e adição de fitase em rações de suínos na fase de terminação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 3, p. 663-671, jul./set. 2008.

SARAIVA, A. Desempenho, rendimento de carcaça e parâmetros ósseos de suínos em crescimento recebendo diferentes níveis de fósforo disponível na ração. In: REUNIÃO ANUAL BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. 1 CD-ROM.

SCHALY, L. M.; GONÇALVES, B. N.; OLIVEIRA1, M. C.; LAURENTIZ, A. C.; JUNQUEIRA, O. M. Efeito de níveis de fósforo não-fítico e de fitase sobre o fêmur de frangos de corte. **Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 81-85, jan. 2009.

SELLE, P. H. The potential of microbial phytase for the sustainable production of pigs and poultry: an australian perspective. In: SHORT COURSE ON FEED TECHNOLOGY, 7., 1997, Ansong. **Anais...** Ansong: Korean Society of Animal Nutrition and Feedstuffs, 1997. p. 1-39.

SHELTON, J. L.; SOUTHERN, L. L.; GASTON, L. A.; FOSTER, A. Evaluation of the nutrient matrix values for phytase in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 13, n. 2, p. 213-221, Jan./Mar. 2004.

SILVA, A. R. Z. **Desenvolvimento de bioprocesso para produção de fitase por *aspergillus niger* em fermentação no estado sólido utilizando subprodutos agrícolas para aplicação como aditivo na alimentação de aves e suínos.** 2002. 96 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, H. O. **Fitase em rações para suínos em crescimento: digestibilidade total, ileal e desempenho.** 2003. 197 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, J. H. V.; ARAUJO, J. S.; GOULART, C. C.; COSTA, F. G. P.; SAKOMURA, N. K.; FURTADO, D. A. Influência da interação fósforo disponível × fitase da dieta sobre o desempenho, os níveis plasmáticos de fósforo e os parâmetros ósseos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 12, p. 2157-2165, dez. 2008.

VEUM, T. L.; BOLLINGER, D. W.; BUFF, C. E.; BEDFORD, M. R. A genetically engineered *escherichia coli* phytase improves nutrient utilization, growth performance and bone strength of young swine fed diets deficient in available phosphorus. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 5, p. 1147-1158, May 2006.

VEUM, T. L.; LEDOUX, D. R.; RABOY, V. Low-phytate barley cultivars improve the utilization of phosphorus, calcium, nitrogen, energy, and dry matter in diets fed to young swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 4, p. 961-971, 2007.

VIVEIROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 8, p. 1172-1183, Aug. 2002.

WALDROUP, P. W. Nutritional approaches to reducing phosphorus excretion by poultry. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 5, p. 683-691, May 1999.

WALZ, J.; PALLAUF, M. Microbial phytase combined with amino acid supplementation reduces P and N excretion of growing and finishing pigs without less of performance. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 37, n. 7, p. 835-848, Oct. 2002.

ZANELLA, I.; SAKOMURA, N. K.; SILVERSIDES, F. G.; FIQUEIRDO, A.; PACK, M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 4, p. 561-568, Apr. 1999.

ZHANG, Z. B.; KORNEGAY, E. T.; RADCLIFFE, J. S.; WILSON, J. H.; VEIT, H. P. Comparison of phytase from genetically engineered aspergillus and canola in weanling pig diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 11, p. 2868-2878, Nov. 2000.

ANEXOS

TABELA 1A	Análise de variância para peso inicial (PI) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....	47
TABELA 2A	Análise de variância para peso final (PF) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....	47
TABELA 3A	Análise de variância para ganho de peso diário (GPD) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....	47
TABELA 4A	Análise de variância para consumo de ração diário (CRD) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....	48
TABELA 5A	Análise de variância para conversão alimentar (CA) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....	48
TABELA 6A	Análise de variância para matéria-seca digestível (MSD) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....	48
TABELA 7A	Análise de variância para coeficiente de digestibilidade da energia bruta (CDEB) de rações de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....	49
TABELA 8A	Análise de variância para energia digestível (ED) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....	49
TABELA 9A	Análise de variância para energia metabolizável (EM) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....	49
TABELA 10	Análise de variância para percentagem de nitrogênio absorvido (%NABS) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....	50

TABELA 11A	Análise de variância para percentagem de nitrogênio retido (%NRET) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional..	50
TABELA 12A	Análise de variância para percentagem de nitrogênio retido e absorvido (%NRET ABS) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional..	50
TABELA13A	Análise de variância para digestibilidade do cálcio (%DCa) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional..	51
TABELA14A	Análise de variância para digestibilidade do fósforo (%DP) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional..	51
TABELA15A	Análise de variância do custo total de rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....	51
TABELA16A	Análise de variância da receita bruta de rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....	52
TABELA17A	Análise de variância da receita líquida de rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.....	52

TABELA 1A Análise de variância para peso inicial (PI) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	0,031083	0,546	0,0588
BLOCO	9	8,696194	152,788	0
ERRO	18	0,056917		
CV (%)	0,93			

TABELA 2A Análise de variância para peso final (PF) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	17,773583	6,979	0,0057
BLOCO	9	15,301111	6,008	0,0006
ERRO	18	2,546639		
CV (%)	3,20			

TABELA 3A Análise de variância para ganho de peso diário (GPD) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	0,021843	8,477	0,0025
BLOCO	9	0,003181	1,235	0,3348
ERRO	18	0,002577		
CV (%)	6,27			

TABELA 4A Análise de variância para consumo de ração diário (CRD) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	0,010893	0,454	0,6419
BLOCO	9	0,011268	0,470	0,8761
ERRO	18	0,023975		
CV (%)	7,91			

TABELA 5A Análise de variância para conversão alimentar (CA) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	0,0181030	3,956	0,0377
BLOCO	9	0,008439	0,184	0,9932
ERRO	18	0,045760		
CV (%)	8,74			

TABELA 6A Análise de variância para matéria-seca digestível (MSD) de rações de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	2,167678	1,011	0,3860
BLOCO	9	6,187317	2,885	0,0339
ERRO	18	2,144519		
CV (%)	1,66			

TABELA 7A Análise de variância para coeficiente de digestibilidade da energia bruta (CDEB) de rações de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	2,021081	0,674	0,5235
BLOCO	9	8,914881	2,973	0,0303
ERRO	18	2,998227		
CV (%)	2,00			

TABELA 8A Análise de variância para energia digestível (ED) de rações de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	1502,1918	0,400	0,6765
BLOCO	9	9787,9027	2,610	0,0488
ERRO	18	3750,8436		
CV (%)	1,83			

TABELA 9A Análise de variância para energia metabolizável (EM) de rações de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	6607,9070	0,549	0,5881
BLOCO	9	14465,2267	1,202	0,3575
ERRO	18	12037,1838		
CV (%)	3,55			

TABELA 10A Análise de variância para percentagem de nitrogênio absorvido (%NABS) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	1,568726	0,460	0,6392
BLOCO	9	8,009337	2,350	0,0694
ERRO	18	3,408030		
CV (%)	2,13			

TABELA 11A Análise de variância para percentagem de nitrogênio retido (%NRET) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	3,393144	0,2670	0,7687
BLOCO	9	54,450142	4,291	0,0064
ERRO	18	12,689390		
CV (%)	7,21			

TABELA 12A Análise de variância para percentagem de nitrogênio retido e absorvido (%NRET ABS) de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	1,800211	0,125	0,8835
BLOCO	9	91,179367	6,321	0,0009
ERRO	18	14,425657		
CV (%)	6,65			

TABELA 13A Análise de variância para digestibilidade do cálcio (%DCa) de rações de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	277,0337	20,357	0,0010
BLOCO	9	21,255112	1,561	0,2133
ERRO	18			
CV (%)	6,03			

TABELA 14A Análise de variância para digestibilidade do fósforo (%DP) de rações de suínos que receberam rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	132,188470	5,438	0,0158
BLOCO	9	38,647601	1,590	0,2045
ERRO	18			
CV (%)	10,29			

TABELA 15A Análise de variância do custo total de rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	31,996013	3,605	0,0482
BLOCO	9	46,373372	5,225	0,0014
ERRO	18	8,875154		
CV (%)	3,30			

TABELA 16A Análise de variância da receita bruta de rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	74,659270	6,980	0,0057
BLOCO	9	64,296624	6,011	0,0006
ERRO	18	10,696533		
CV (%)	3,20			

TABELA 17A Análise de variância da receita líquida de rações contendo fitase de acordo com plano nutricional.

FV	GL	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	2	20,618973	5,919	0,0106
BLOCO	9	3,954911	1,135	0,3890
ERRO	18	3,483284		
CV (%)	17,51			