

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

AVALIAÇÃO DE FITASE EM RAÇÕES PARA SUÍNOS

RODRIGO PEREIRA SOBREIRO

VILA VELHA – ES
OUTUBRO / 2012

UNIVERSIDADE VILA VELHA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

AVALIAÇÃO DE FITASE EM RAÇÕES PARA SUÍNOS

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

RODRIGO PEREIRA SOBREIRO

VILA VELHA – ES
OUTUBRO / 2012

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

S677a Sobreiro, Rodrigo Pereira.

Avaliação de fitase em rações para suínos. – 2012.
44 f.: il.

Orientador: Douglas Haese.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade
Vila Velha, 2012.

Inclui bibliografias.

1. Suíno – Alimentação e rações. 2. Suíno - Nutrição. 3.
Rações - Avaliação. 4. Alimentos – Composição. I. Haese,
Douglas. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 636.0852

RODRIGO PEREIRA SOBREIRO

AVALIAÇÃO DE FITASE EM RAÇÕES PARA SUÍNOS

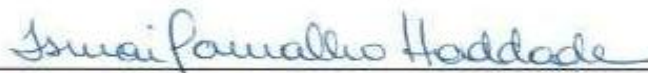
Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, para a obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

Aprovado em 01 de Outubro de 2012

Banca Examinadora:



Dr. João Luis Kill - UVV



Dr. Ismail Ramalho Haddade - IFES



Dr. Douglas Haese - UVV
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, por toda a ajuda, dedicação e confiança durante toda minha vida e também agora durante essa importantíssima etapa. Sem vocês nada disso seria possível, pois vocês me moldaram no que sou hoje.

À Universidade Vila Velha, por meio do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, pela oportunidade oferecida para a realização do curso.

Aos orientadores, Douglas Haese e João Luis Kill, pela amizade e confiança, por todo o conhecimento compartilhado, pela paciência e dedicação durante a orientação neste trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal pelos ensinamentos compartilhados durante o curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo - FAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos amigos Débora e Dawster, pela amizade, pela união, por todos os bons momentos passados juntos e por tantos mais que com certeza virão.

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

SUMÁRIO

RESUMO	V
CAPÍTULO 1	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1. FITATOS	10
2.2. MEIO AMBIENTE	11
2.3. ENZIMAS	12
2.4. FITASE	13
CAPÍTULO 2	18
AVALIAÇÃO DE RAÇÕES PARA SUÍNOS COM ÊNFASE NO DESEMPENHO PRODUTIVO E NO MEIO AMBIENTE	19
RESUMO	19
ABSTRACT	20
INTRODUÇÃO	21
MATERIAL E MÉTODOS	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
CONCLUSÕES	36

RESUMO

SOBREIRO, Rodrigo Pereira, Universidade Vila Velha – ES, Outubro de 2012.

Avaliação de fitase em rações para suínos.

Orientador: Douglas Haese. Co-orientador: João Luis Kill.

Com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão de 2000 FTU/kg de diferentes fitases na dieta de leitões na fase pós-desmame, foram utilizados 416 leitões, distribuídos em quatro tratamentos, oito repetições e 13 leitões por gaiola. As dietas foram assim constituídas: Controle Positivo (CP) - dieta formulada sem inclusão de fitase, e com uso de diferentes fontes protéicas; Controle Negativo (CN) - dieta formulada com baixo nível de Ca; CN + Fitase 1 - dieta formulada com os mesmos níveis de matéria prima que a dieta CN, com a adição de 2000 FTU da Fitase *E. coli* 5000 FTU/kg; CN + Fitase 2 - dieta formulada com os mesmos níveis de matéria prima que a dieta CN, com a adição de 2000 FTU da Fitase *E. coli* 10000 FTU/kg. Os animais foram pesados no início do experimento, aos 35, 49 e 70 dias de idade para determinação do ganho de peso. As rações e as sobras foram pesadas ao final de cada período experimental, para determinação do consumo de ração e da conversão alimentar. Também foram coletadas amostras de sangue para análises bioquímicas de Ca e P, aos 49 e 70 dias de idade. A inclusão de 2000 FTU/kg de fitase na dieta não melhorou o desempenho, ou aumentou os níveis séricos de cálcio e fósforo dos leitões no período pós-desmame. É possível que o alto nível de óxido de zinco adicionado à dieta, ou a inclusão de fosfato bicálcico tenham prejudicado a ação da superdosagem de fitase em melhorar o desempenho de leitões.

Palavras-chave: Fósforo, fitase, desmame, leitões, aminoácidos.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTO TEÓRICO

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço no desenvolvimento da suinocultura, novos conceitos relacionados a formulação de dietas para suínos vem sendo utilizados. Esses novos conceitos baseiam-se na utilização do conceito de proteína ideal, uso de aminoácidos industriais e enzimas exógenas. Todos esses conceitos têm como intuito alcançar uma melhor eficiência na utilização dos alimentos.

As exigências de cálcio (Ca) e fósforo (P) na nutrição de monogástricos são comumente supridas através da inclusão de calcário calcítico, fosfato bicálcio ou farinha de carne e ossos. Porém os vegetais utilizados para formulação de dietas tanto para suínos quanto para aves apresentam uma quantidade considerável de minerais, como o fósforo (Partridge, 2000; Selle et al., 2009). No entanto apenas 1/3 deste fósforo está disponível para os animais após a digestão, pois o fósforo está ligado à molécula de ácido fítico, o qual não é completamente aproveitado pelos animais monogástricos (Fireman et al., 1998; Selle et al., 2009).

O ácido fítico, ou fitato, não indisponibiliza apenas o fósforo presente nos cereais, ele também é capaz de se complexar com alguns cátions bivalentes como Ca, Fe, Mg e Zn, com grupos α -NH₂ de aminoácidos como a lisina, histidina e arginina, além de inibir a atividade da tripsina e pepsina (Fireman et al., 1998).

Devido a capacidade de indisponibilizar alguns minerais e aminoácidos, o fitato pode afetar negativamente o desempenho destes animais, de maneira a proporcionar uma queda de 10,3% no ganho de peso diário dos animais, e ainda piorar a conversão alimentar em até 15,5% (Selle et al., 2003).

Quando se utiliza altos níveis de minerais nas rações, esses acabam não sendo totalmente absorvidos pelo organismo animal, sendo excretado em grandes quantidades, se tornando um grande potencial poluidor do meio ambiente. Minerais como P, Cu e Zn tem grande potencial de se acumular no solo podendo causar a eutrofização do solo e de fontes de água. Os metais pesados ainda podem se acumular nas camadas mais superficiais do solo prejudicando ao desenvolvimento de algumas plantas, além de poder proporcionar um risco potencial para a saúde humana e animal (Jongbloed & Lenis, 1998; Muniz, 2007).

Devido a estes fatores, vários nutricionistas vêm utilizando enzimas para melhorar a digestibilidade dos nutrientes, e a fitase é uma destas enzimas. A adição de fitase na em dietas de suínos e aves tem como principal vantagem a liberação do fósforo inorgânico ligado à molécula de ácido fítico, conseqüentemente reduzindo-se a necessidade de se utilizar fontes de fósforo inorgânico nas dietas (Fireman, 1998). Além de melhorar a disponibilidade do fósforo, é possível que outros minerais como Ca, Mg, Cu, Fe e Zn, e alguns aminiácidos tenham sua disponibilidade melhorada (Adeloa et al., 1995).

A adição de fitase, por melhorar a disponibilidade dos nutrientes, pode aumentar o ganho de peso e eficiência alimentar (Jones et al., 2010), e ainda diminuir a excreção de Ca e P através fezes (Veum & Eilersieck, 2008).

Frente a todas essas informações, buscou-se através desse trabalho avaliar o efeito da superdosagem de fitase na dieta de leitões no período pós-desmame sobre os parâmetros de desempenho, concentração de cálcio e fósforo séricos, e incidência de diarreia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. FITATOS

As exigências de cálcio (Ca) e fósforo (P) na nutrição de monogástricos são comumente supridas através da inclusão de calcário calcítico, fosfato bicálcio ou farinha de carne e ossos (Selle et al., 2009). As fontes vegetais (ex.: milho e soja) utilizados para formulação de dietas tanto para suínos quanto para aves apresentam uma quantidade considerável de minerais, como o fósforo (Partridge, 2000; Selle et al., 2009).

Segundo Fireman et al. (1998), apenas 1/3 do fósforo presente nos cereais está disponível para os animais após a digestão. Esta indisponibilidade do fósforo está relacionada à molécula de ácido fítico, ou ácido mioinositol hexafórfico, ou apenas fitato, o qual não é completamente aproveitado pelos animais monogástricos (Selle et al., 2009). De acordo com Partridge (2000), cerca de 60 a 80% do fósforo está sobre a forma do fitato.

Além de indisponibilizar o fósforo presente nos cereais, a molécula de fitato é capaz de se complexar com alguns cátions bivalentes como Ca, Fe, Mg e Zn, além de inibir a atividade da tripsina e pepsina (Fireman et al., 1998). Isso se deve ao fato da molécula do ácido fítico possuir uma grande carga negativa, a qual tem a capacidade de atrair moléculas carregadas positivamente (ZWART, 2006). De acordo com Kornegay (1996), 1 mol de ácido fítico é capaz de ligar 3 a 6 mol de Ca à forma insolúvel do fitato em condições de pH normal no intestino delgado.

Quando em condições de meio ácido, o fitato ainda é capaz de se complexar com os grupos α -NH₂ de aminoácidos como a lisina, histidina e arginina. Ainda é possível que o grupo carboxil de alguns aminoácidos se ligue ao fitato através de um mineral bi ou trivalente em diferentes condições de pH. Quando em condições de pH ácido há formação de um complexo binário fitato-proteína, e sob condições que se aproximam do pH neutro há formação de um complexo ternário fitato-mineral-proteína (Kornegay, 1996; Selle et al., 2000; Partridge, 2000). Como o complexo fitato-proteína é formado em pH ácido, durante a passagem do alimento pelo estômago há uma maior susceptibilidade

de se formar esse complexo. Dessa forma a digestibilidade dos aminoácidos fica prejudicada, pois o fitato quando se liga a proteína acaba por aumentar o peso molecular e alterar a estrutura da proteína, fazendo com que a proteína passe diretamente através do intestino delgado sem sofrer digestão (Selle et al., 2000).

Outro fator a ser considerado, é que a ligação da proteína à molécula do fitato é capaz de inibir a ação da pepsina sobre esse complexo (fitato-proteína), o que conseqüentemente diminui a utilização dos aminoácidos pelos animais (Selle et al., 2003).

Já Woyengo et al. (2010), quando trabalham com a inclusão de 0,2% de fitato de sódio em uma dieta para leitões, puderam observar que a adição de fitato de sódio diminuiu em 46,32% a atividade da pepsina quando comparado com uma dieta controle sem a adição de fitato de sódio. De acordo com os autores, o pepsinogênio contém aminoácidos básicos que quando em pH ácido ficam carregados positivamente, o que favorece sua ligação com o ácido fítico, que fica carregado negativamente quando em pH ácido. Dessa forma, essa ligação dos aminoácidos do pepsinogênio ao ácido fítico interfere na conversão do pepsinogênio à pepsina, prejudicando a digestibilidade da proteína da dieta.

O cálcio também desempenha um fator importante sobre a ação da fitase, pois o complexo Ca-fitato é resistente a ação enzimática, o que dessa forma torna o nível de Ca na dieta um fator limitante na degradação do fitato (Selle et al., 2009).

Segundo Selle et al. (2003), níveis de fitato na dieta de leitões próximos a 3,2 g/Kg podem afetar negativamente o desempenho destes animais, de maneira a proporcionar uma queda de 10,3% no ganho de peso diário dos animais, e ainda piorar a conversão alimentar em até 15,5%.

2.2. MEIO AMBIENTE

Para que a suinocultura seja um sistema sustentável, há uma necessidade de se diminuir a emissão de poluentes e o uso de fontes não renováveis de alimentos. O nitrogênio e o fósforo são os principais componentes presentes nos dejetos dos suínos que estão relacionados à eutrofização de fontes de água potável ou do oceano (Dourmad et al., 2007).

Segundo Jongbloed & Lenis (1998), minerais como P, Cu e Zn podem acumular no solo, e através de lixiviação e escoamento causar a eutrofização do solo e de fontes de água. A eutrofização ocasiona um excessivo crescimento de algas presentes na água, fato este que pode resultar em uma grande mortalidade nas espécies aquáticas, como peixes. Além da eutrofização, os metais pesado podem se acumular nas camadas mais superficiais do solo gerando prejuízos ao desenvolvimento de algumas plantas e, também podem proporcionar um risco potencial para a saúde humana e animal (Jongbloed & Lenis, 1998).

Segundo Muniz (2007), quando se utiliza altos níveis de minerais nas rações, esses acabam não sendo totalmente absorvidos pelo organismo animal, sendo excretado em grandes quantidades, se tornando um grande potencial poluidor do meio ambiente. De forma geral, cerca de 45% do fósforo ingerido pelos suínos é absorvido. Destes, apenas 30% é retido no organismo e, aproximadamente 15% é excretado pela urina. Assim, 70% do fósforo ingerido pelos suínos através da dieta é excretado pelas fezes ou urina (Poulsen et al., 1999), o que conseqüentemente resulta em maior poluição ambiental (Sheppy, 2001).

2.3. ENZIMAS

Na grande maioria dos sistemas de produção animal, a alimentação é o maior custo dentro do sistema, de forma que a rentabilidade irá depender do custo e dos valores nutricionais dos alimentos disponíveis. Porém, ainda deve-se levar em consideração durante a formulação de dietas a capacidade do animal em digerir diferentes componentes nutricionais dos alimentos (Sheppy, 2001).

Segundo Sheppy (2001), o uso de enzimas na alimentação animal é vantajoso, pois pode diminuir os fatores anti-nutricionais presentes nos alimentos, os quais não estão suscetíveis a ação das enzimas endógenas e podem interferir na digestão normal dos alimentos, ocasionando queda no desempenhos dos animais, e aumentar a indisponibilidade de amidos, proteínas e minerais que estão complexados sobre formas químicas que não são digestíveis para o animal.

De acordo com Fireman et al. (1998), as enzimas podem ser classificadas como proteínas globulares de estrutura terciária ou quaternária, as quais estão envolvidas em diversos processos metabólicos no organismo animal, onde sua função é agir como catalisadores biológicos aumentando a velocidade das reações químicas no organismo.

Enzimas exógenas quando adicionadas ao alimento seco, apenas são ativadas quando atingem o trato digestório devido aos fluidos digestivos e a temperatura do organismo (ROTTER, 1990).

Em alguns países, é comum a prática de se utilizar diferentes enzimas juntas na forma de um coquetel. No entanto, algumas enzimas podem ser utilizadas separadamente quando se quer degradar um efeito anti-nutricional específico, ou quando o uso de duas ou mais enzimas pode levar a um antagonismo das mesmas. O uso de um coquetel de enzimas ainda se justifica quando uma dieta possui diferentes fatores anti-nutricionais, ou quando se trata de uma dieta de leitões na fase pós-desmame, o qual proporciona um grande estresse para os animais (Fireman, 1998), proporcionando uma queda de aproximadamente 50% na secreção de enzimas dissacaridases como a lactase, sacarase e isomaltase ao longo dos cinco primeiros dias pós-desmame (Pluske et al., 1997), levando o animal a uma má digestão e absorção de alguns nutrientes como carboidratos, aminoácidos e eletrólitos a nível do intestino delgado (Pluske et al., 1997; Kelly et al., 1994).

2.4. FITASE

Na grande maioria, as dietas de suínos e aves apresentam aproximadamente 10g/kg^{-1} de fitato. Uma estratégia comumente utilizada pelos nutricionistas para diminuir a concentração de fitato na dieta, e consequentemente liberar fósforo e os demais nutrientes que podem estar complexados à molécula de fitato, é a adição de fontes exógenas de fitase (Selle et al., 2009).

Desde a década de 90 há um aumento no uso da enzima fitase na alimentação de suínos e aves. Mio-inositol hexafosfato fosfohidrolase, ou fitase, é a enzima capaz de catalisar a hidrólise do ácido fítico ($\text{C}_6\text{H}_{18}\text{O}_{24}\text{P}_6$) à fosfato

inorgânico e ésteres fosfóricos de mio-inositol, tornando o fósforo disponível para absorção e utilização (ZWART, 2006).

Como a adição de fitase na nutrição animal tem como principal vantagem a liberação do fósforo inorgânico ligado à molécula de ácido fítico, conseqüentemente reduz-se a necessidade de se utilizar fontes de fósforo inorgânico nas dietas de suínos e aves (Fireman, 1998). Além da melhora na biodisponibilidade do fósforo com a adição de fitase, é possível que outros minerais como Ca, Mg, Cu, Fe e Zn, tenham sua biodisponibilidade melhorada (Adeloa et al., 1995). De acordo com Jongbloed & Lenis (1992), a suplementação de fitase para suínos em fase de crescimento e porcas gestantes pode disponibilizar 20% ou mais do P presente nos alimentos, o que conseqüentemente diminui a necessidade de se adicionar fontes de fósforo nas dietas.

Segundo Kornegay (1996), a atividade da fitase (FTU) é descrita como sendo a quantidade de enzima necessária para liberar 1 μ mol de fósforo inorgânico por minuto, a partir de 5,1 μ mol de uma solução de fitato de sódio em pH 5,5 e temperatura de 37°C.

Em uma dieta que tem como base a utilização de milho e soja, a adição de 500 FTU/kg de fitase pode substituir o equivalente a 1,0 g (um grama) de fósforo fornecido pela inclusão de fosfato bicálcio, o que proporciona cerca de 0,80 g de fósforo disponível na dieta (Yi et al., 1996).

No entanto, alguns pontos devem ser levados em consideração durante a formulação de dietas com a inclusão de fitase. Segundo Jones et al. (2010), uma relação Ca:P entre 2,0 a 2,20 em dietas com inclusão de fitase podem ocasionar efeito negativo na performance dos animais. Segundo o autor, este efeito negativo está relacionado aos elevados níveis de Ca que essas dietas podem apresentar, o que predispõe a formação do complexo Ca-fitato, o qual não sofre a ação da fitase.

Ainda devem-se levar em consideração os níveis de zinco (Zn) na dieta, pois segundo Augspurger et al. (2004) e William's et al. (2005), a formulação de dietas com níveis farmacológicos de Zn entre 1500 a 2000 ppm de óxido de Zn, podem favorecer a formação de complexos Zn-Ca-fitato, complexo este que não é hidrolisado pela fitase. De acordo com Augspurger et al. (2004), essa interação além de afetar o desempenho dos leitões pode reduzir em 9,5% a

quantidade de cinzas nos ossos, e reduzir cerca de 28% da quantidade de fósforo a ser ingerido, em uma dieta com baixo fósforo e inclusão de fitase.

De acordo com Yi et al. (1996), níveis de fitase entre 700 e 1050 FTU/kg de fitase demonstram ser os mais ideais para uma maior absorção de fósforo, considerando-se uma dieta baseada na utilização de farelo de soja, e níveis de fósforo disponível em torno de 0,05% e 0,16%. Ainda em concordância com outros autores, Yi et al. (1996) consideram obter uma maior resposta na disponibilidade do fósforo com a inclusão de 1000 FTU/kg de fitase em dietas com baixo fósforo.

Veum & Eilersieck (2008), quando trabalharam com níveis crescentes de inclusão de fitase (0, 150, 300 e 400 FTU/kg) em dietas com baixo nível de Ca e P para suínos na fase de engorda, puderam observar um aumento linear na absorção de P, e uma queda na excreção de Ca e P através das fezes de acordo com que se aumentou a inclusão de fitase na dieta. Os autores não observaram diferença significativa no desempenho dos animais que receberam a dieta com a inclusão de fitase quando compararam com aqueles que receberam uma dieta com níveis normais de Ca e P, mostrando que é possível reduzir os níveis de Ca e P em uma dieta com a inclusão de fitase sem que se prejudique o desempenho dos animais. Varley et al. (2011), encontraram resultados semelhantes quando trabalharam com leitões na fase pós-desmame, onde puderam observar uma maior absorção e uma menor excreção de Ca e P de acordo com que se elevou o nível de fitase na dieta.

Já Jones et al. (2010), quando utilizaram diferentes inclusões de fitase (100, 175, 250 e 500 FTU/kg) na dieta de leitões desmamados aos 28 dias, observaram efeito linear sobre o ganho de peso diário (aumento de 15,21%; 100 FTU/kg vs 500 FTU/kg), eficiência alimentar (aumento de 3,44%; 100 FTU/kg vs 500 FTU/kg) e quantidade de cinzas nos ossos (aumento de 11,92%; 100 FTU/kg vs 500 FTU/kg) de acordo com o aumento da inclusão de fitase.

Segundo Selle et al. (2003), a melhora no desempenho dos suínos com a inclusão de fitase na dieta não se dá somente pelo aumento na disponibilidade do P, e sim devido a liberação de proteínas e aminoácidos que estão presentes na molécula do fitato. Rodrigues et al. (2011) trabalharam com suínos na faixa de 25 a 50 kg de peso vivo alimentados com três diferentes

dietas, onde o controle positivo era uma dieta formulada para atingir as recomendações nutricionais, e duas outras dietas com níveis reduzidos de nutrientes com ou sem inclusão de fitase. Os autores observaram que a adição da fitase em dietas com baixos níveis nutricionais é efetiva em fornecer os níveis nutricionais ideais para os animais, através da melhora na disponibilidade dos nutrientes, uma vez que os animais alimentados com a dieta com baixos níveis nutricionais e inclusão de fitase não diferiu daqueles alimentados com os níveis ideais.

Resultados positivos sobre os parâmetros de desempenho, absorção e excreção de Ca e P podem ser encontrados com a inclusão de fitase na dieta de suínos (Valencia et al., 2002; Jendza et al., 2005; Almeida et al., 2008; Lozano et al., 2011).

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DE FITASE EM RAÇÕES PARA SUÍNOS

Avaliação de fitase em rações para suínos

RESUMO - Com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão de 2000 FTU/kg de diferentes fitases na dieta de leitões na fase pós-desmame, foram utilizados 416 leitões, distribuídos em quatro tratamentos, oito repetições e 13 leitões por gaiola. As dietas foram assim constituídas: Controle Positivo (CP) - dieta formulada sem inclusão de fitase, e com uso de diferentes fontes protéicas; Controle Negativo (CN) - dieta formulada com baixo nível de Ca; CN + Fitase 1 - dieta formulada com os mesmos níveis de matéria prima que a dieta CN, com a adição de 2000 FTU da Fitase *E.coli* 5000 FTU/kg; CN + Fitase 2 - dieta formulada com os mesmos níveis de matéria prima que a dieta CN, com a adição de 2000 FTU da Fitase *E. coli* 10000 FTU/kg. Os animais foram pesados no início do experimento, aos 35, 49 e 70 dias de idade para determinação do ganho de peso. As rações e as sobras foram pesadas ao final de cada período experimental, para determinação do consumo de ração e da conversão alimentar. Também foram coletadas amostras de sangue para análises bioquímicas de Ca e P, aos 49 e 70 dias de idade. A inclusão de 2000 FTU/kg de fitase na dieta não melhorou o desempenho, ou aumentou os níveis séricos de cálcio e fósforo dos leitões no período pós-desmame. É possível que o alto nível de óxido de zinco adicionado à dieta, ou a inclusão de fosfato bicálcico tenham prejudicado a ação da superdosagem de fitase em melhorar o desempenho de leitões.

Palavras-chave: Fósforo, fitase, desmame, leitões, aminoácidos.

Evaluation of fita in swine diets

ABSTRACT - In order to evaluate the effect of inclusion of 2000 FTU / kg of different phytases in the diet of piglets at post-weaning period, 416 piglets were used, divided into four treatments, eight replications and 13 piglets per cage. Diets were well established: Positive Control (CP) - basal diet without phytase inclusion, and using different protein sources; Negative Control (NC) - formulated diet with low Ca; CN + Phytase 1 - diet formulated with same levels of feedstock that diet CN, with the addition of 2000 FTU of *E. coli* phytase 5000 FTU/kg; CN + phytase 2 - diet containing the same levels of feedstock that diet CN, with the addition of 2000 FTU of *E. coli* phytase 10000 FTU/kg. The animals were weighed at the beginning of the experiment, at 35, 49 and 70 days of age to determine weight gain. Diets and leftovers were weighed at the end of each experimental period for determination of feed intake and feed conversion. Were also collected blood samples for biochemical analysis of Ca and P, at 49 and 70 days old. Inclusion of 2000 FTU / kg of phytase in the diet did not improve the performance or increased serum levels of calcium and phosphorus piglets during the post-weaning period. It is possible that the high level of zinc oxide added to the diet, or the inclusion of dicalcium phosphate have impaired the action of overdose of phytase in improving the performance of piglets.

Keywords: Phosphorus, phytase, weaning, piglets, amino acids.

Introdução

Com o avanço no desenvolvimento da suinocultura, novos conceitos relacionados a formulação de dietas para suínos vem sendo utilizados. Esses novos conceitos baseiam-se na utilização do conceito de proteína ideal, uso de aminoácidos industriais e enzimas exógenas. Todos esses conceitos têm como intuito alcançar uma melhor eficiência na utilização dos alimentos, fornecendo dietas mais adequadas a cada categoria animal.

Os vegetais utilizados para formulação de dietas tanto para suínos quanto para aves apresentam uma quantidade considerável de minerais, como o fósforo. No entanto apenas 1/3 deste fósforo está disponível para os animais após a digestão, pois o fósforo está complexado à molécula de ácido fítico, o qual não é completamente aproveitado pelos animais monogástricos (Fireman et al., 1998; Partridge, 2000; Selle et al., 2009). Não apenas o fósforo é indisponibilizado pelo ácido fítico, alguns cátions bivalentes como Ca, Fe, Mg e Zn, grupos α -NH₂ de aminoácidos como a lisina, histidina e arginina também podem se complexar a ele (Fireman et al., 1998).

Devido a capacidade de indisponibilizar alguns minerais e aminoácidos, o ácido fítico pode afetar negativamente o desempenho dos animais, diminuindo o ganho de peso, e ainda piorando a conversão alimentar (Selle et al., 2003).

Quando se utiliza altos níveis de minerais nas rações, esses acabam não sendo totalmente absorvidos pelo organismo animal, sendo excretado em grandes quantidades, se tornando um grande potencial poluidor do meio ambiente (Jongbloed & Lenis, 1998; Muniz, 2007).

Devido a estes fatores, a fitase vem sendo utilizada com intuito de liberar o fósforo inorgânico ligado à molécula de ácido fítico, Além de melhorar a disponibilidade de outros minerais como Ca, Mg, Cu, Fe e Zn, e alguns aminiácidos (Adeloa et al., 1995; Fireman, 1998).

Frente a todas essas informações, objetivou-se avaliar o efeito da superdosagem de fitase na dieta de leitões no período pós-desmame sobre os parâmetros de desempenho, concentração de cálcio e fósforo séricos, e incidência de diarreia.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na granja comercial Granja Sobreiro Ltda, localizada no município de Vila Velha, Espírito Santo.

Utilizou-se 416 leitões entre machos e fêmeas da linhagem comercial Agroceres PIC[®], desmamados em média aos 21 dias de idade com peso médio de $6,392 \pm 0,251$, distribuídos em delineamento experimental de blocos no tempo, com seis dietas, oito repetições e treze animais por unidade experimental. Na formação dos blocos foram considerados como critérios, o peso inicial e o parentesco dos animais.

Os animais foram alojados em gaiolas suspensas com pisos ripados, providas de comedouros do tipo calha e de bebedouros do tipo chupeta, em galpão de alvenaria com piso de concreto e coberto com telhas de fibrocimento sem amianto.

As dietas foram constituídas por uma ração referência, à base de milho e farelo de soja para atender as exigências nutricionais dos leitões,

segundo Rostagno et al. (2011) dos 21 aos 35 dias de idade (Tabela 1), 36 aos 49 dias de idade (Tabela 2), e 50 a 70 dias de idade (Tabela 3). As dietas experimentais foram obtidas pela inclusão de diferentes fitases, sendo assim constituídas: Controle Positivo (CP) - dieta formulada sem inclusão de fitase, e com níveis de Ca e fósforo normal, e inclusão de diferentes fontes proteicas; Controle Negativo (CN) - dieta formulada com baixo nível de Ca; CN + Fitase 1 - dieta formulada com os mesmos níveis de matéria prima que a dieta CN, com a adição de 2000 FTU da Fitase *E. coli* 5000 FTU/kg; CN + Fitase 2 - dieta formulada com os mesmos níveis de matéria prima que a dieta CN, com a adição de 2000 FTU da Fitase *E. coli* 10000 FTU/kg.

O fornecimento de ração e água foi à vontade. O registro da temperatura no interior do galpão experimental foi feito por meio de termômetros de máxima e mínima.

Os animais foram pesados no início do experimento, aos 35, 49 e 70 dias de idade para determinação do ganho de peso. As rações e as sobras foram pesadas ao final de cada período experimental, para determinação do consumo de ração e da conversão alimentar.

Foram coletadas amostras de sangue para análises bioquímicas de Ca e P, de 24 animais de cada tratamento, aos 49 e 70 dias de idade. As amostras foram colhidas através da punção da veia jugular, com o auxílio de seringas de 3 mL, agulha 25 mm x 8 mm, e tubos estéreis sem anticoagulante. Após a coleta as amostras foram centrifugadas a 1000 rpm durante 15 minutos, para obtenção do soro sanguíneo. As amostras foram armazenadas à -20°C até o dia da análise, ao fim do período experimental.

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

Tabela 1. Composição sentesimal das dietas fornecidas aos animais no período de 21 a 35 dias de idade

Ingredientes	CP ¹	CN ²	CN+Fit 1 ³	CN+Fit 2 ⁴
Milho 8%	509,010	462,380	462,380	462,380
Farelo de Soja 46%	150,000	250,000	250,000	250,000
Soja Micronizada	80,000	30,000	30,000	30,000
Óleo de soja	10,000	52,000	52,000	52,000
Plasma	40,000	20,000	20,000	20,000
Prius L71	100,000	140,000	140,000	140,000
Start Pro 25	75,000	-	-	-
Calcário Calcítico	3,000	2,750	2,750	2,750
Fosfato Bicálcico	15,500	16,750	16,750	16,750
Cloreto de Sódio	-	1,000	1,000	1,000
Óxido de Zinco	3,100	3,100	3,100	3,100
L - Lisina HCl 79%	2,650	4,050	4,050	4,050
DL-Metionina 99%	1,350	1,950	1,950	1,950
L - Treonina 98%	1,200	1,700	1,700	1,700
L - Triptofano 98%	0,090	0,120	0,120	0,120
L - Valina 98%	0,300	0,900	0,900	0,900
Suplemento mineral ⁷	1,000	1,000	1,000	1,000
Suplemento vitamínico ⁸	4,000	4,000	4,000	4,000
Colistina	2,000	2,000	2,000	2,000
Bacitracina de Zinco	0,800	0,800	0,800	0,800
Veículo	1,000	5,500	5,100	5,300
Fitase 1	-	-	0,400	-
Fitase 2	-	-	-	0,200
Composição nutricional, %				
Proteína bruta, %	20,353	19,968	19,968	19,968
Cálcio, %	0,692	0,696	0,696	0,696
Fósforo total, %	0,664	0,677	0,677	0,677
Fósforo disponível, %	0,498	0,498	0,498	0,498
Energia metabolizável, kcal/kg	3541	3544	3544	3544
Lactose, %	10,188	10,010	10,010	10,010
Lisina digestível, %	1,345	1,351	1,351	1,351
Metionina digestível, %	0,421	0,464	0,464	0,464
Cisteína digestível, %	0,332	0,294	0,294	0,294
Metionina + Cistina digestível, %	0,751	0,757	0,757	0,757
Treonina digestível, %	0,848	0,853	0,853	0,853
Triptofano digestível, %	0,230	0,230	0,230	0,230
Sódio, %	0,246	0,215	0,215	0,215

¹Controle positivo; ²Controle negativo; ³Controle negativo + fitase 1; ⁴Controle negativo + fitase 2.

⁷Conteúdo/Kg: Selênio 130 mg, Vitamina D3 1.000.000 UI, B.H.T. 2.160 mg, Vitamina B6 666 mg, Manganês 40.020 mg, Cobre 15.000 mg, Ferro 24.930 mg, Cobalto 168 mg, Iodo 1.416,8 mg, Zinco 74,971 mg.

⁸Conteúdo/Kg: Niacina 13.000 mg, Vitamina A 2.666.000 UI, Vitamina B2 1.600 mg, Biotina 16,56 mg, Colina 120.000 mg, Ácido Fólico 266 mg, Vitamina B12 11.000 µg, Vitamina K 2.666 mg, Ácido Pantotênico 7.000 mg, Vitamina E 10.000 mg.

Tabela 2. Composição sentesimal das dietas fornecidas aos animais no período de 36 aos 49 dias de idade

Ingredientes	CP ¹	CN ²	CN+Fit 1 ³	CN+Fit 2 ⁴
Milho 8%	597,040	521,970	521,970	521,970
Farelo de Soja 46%	200,000	300,000	300,000	300,000
Soja Micronizada	25,000	-	-	-
Óleo de soja	17,000	46,000	46,000	46,000
Plasma	20,000	10,000	10,000	10,000
Prius L71	35,000	65,000	65,000	65,000
Start Pro 25	65,000	12,000	12,000	12,000
Calcário Calcítico	4,750	4,500	4,500	4,500
Fosfato Bicálcico	15,750	16,250	16,250	16,250
Cloreto de Sódio	2,150	3,000	3,000	3,000
Óxido de Zinco	2,400	2,400	2,400	2,400
L - Lisina HCl 79%	3,650	3,100	3,100	3,100
DL-Metionina 99%	1,350	1,250	1,250	1,250
L - Treonina 98%	1,400	1,100	1,100	1,100
L - Triptofano 98%	0,140	-	-	-
L - Valina 98%	0,570	0,130	0,130	0,130
Suplemento mineral ⁷	1,000	1,000	1,000	1,000
Suplemento vitamínico ⁸	4,000	4,000	4,000	4,000
Colistina	2,000	2,000	2,000	2,000
Bacitracina de Zinco	0,800	0,800	0,800	0,800
Veículo	1,000	5,500	5,100	5,300
Fitase 1	-	-	0,400	-
Fitase 2	-	-	-	0,200
Composição nutricional, %				
Proteína bruta, %	18,959	20,126	20,126	20,126
Cálcio, %	0,716	0,717	0,717	0,717
Fósforo total, %	0,629	0,646	0,646	0,646
Fósforo disponível, %	0,449	0,449	0,449	0,449
Energia metabolizável, kcal/kg	3450	3448	3448	3448
Lactose, %	5,135	5,134	5,134	5,134
Lisina digestível, %	1,247	1,251	1,251	1,251
Metionina digestível, %	0,403	0,403	0,403	0,403
Cisteína digestível, %	0,298	0,294	0,294	0,294
Metionina + Cistina digestível, %	0,700	0,697	0,697	0,697
Treonina digestível, %	0,784	0,790	0,790	0,790
Triptofano digestível, %	0,212	0,220	0,220	0,220
Valina digestível, %	0,861	0,862	0,862	0,862
Sódio, %	0,221	0,218	0,218	0,218

¹Controle positivo; ²Controle negativo, ³Controle negativo + fitase 1; ⁴Controle negativo + fitase 2.

⁷Conteúdo/Kg: Selênio 130 mg, Vitamina D3 1.000.000 UI, B.H.T. 2.160 mg, Vitamina B6 666 mg, Manganês 40.020 mg, Cobre 15.000 mg, Ferro 24.930 mg, Cobalto 168 mg, Iodo 1.416,8 mg, Zinco 74,971 mg.

⁸Conteúdo/Kg: Niacina 13.000 mg, Vitamina A 2.666.000 UI, Vitamina B2 1.600 mg, Biotina 16,56 mg, Colina 120.000 mg, Ácido Fólico 266 mg, Vitamina B12 11.000 µg, Vitamina K 2.666 mg, Ácido Pantotênico 7.000 mg, Vitamina E 10.000 mg.

Tabela 3. Composição sentesimal das dietas fornecidas aos animais no período de 50 aos 70 dias de idade

Ingredientes	CP ¹	CN ²	CN+Fit 1 ³	CN+Fit 2 ⁴
Milho 8% PB	639,610	561,950	563,200	563,200
Farelo de Soja 46%	250,000	350,000	350,000	350,000
Soja Micronizada	35,000	-	-	-
Óleo de soja	32,000	45,000	45,000	45,000
Calcário Calcítico	8,000	7,750	8,750	8,750
Fosfato Bicálcico	16,500	16,000	7,750	7,750
Cloreto de Sódio	5,000	5,000	5,000	5,000
Sulfato de cobre	0,700	0,700	0,700	0,700
L - Lisina HCl 79%	3,950	1,800	1,800	1,800
DL-Metionina 99%	1,350	0,750	0,750	0,750
L - Treonina 98%	1,300	0,300	0,300	0,300
L - Triptofano 98%	0,040	-	-	-
L - Valina 98%	0,300	-	-	-
Suplemento mineral ⁷	1,000	1,000	1,000	1,000
Suplemento vitamínico ⁸	4,000	4,000	4,000	4,000
Doxiciclina	0,250	0,250	0,250	0,250
Veículo	1,000	5,500	11,100	11,300
Fitase 1	-	-	0,400	-
Fitase 2	-	-	-	0,200
Composição nutricional, %				
Proteína bruta, %	18,547	20,826	20,836	20,836
Cálcio, %	0,803	0,797	0,799	0,799
Fósforo total, %	0,611	0,622	0,474	0,474
Fósforo disponível, %	0,402	0,399	0,401	0,401
Energia metabolizável, kcal/kg	3378	3376	3380	3380
Lactose, %	1,151	1,149	1,149	1,149
Lisina digestível, %	0,396	0,367	0,367	0,367
Metionina digestível, %	0,268	0,297	0,297	0,297
Cisteína digestível, %	0,663	0,664	0,664	0,664
Metionina + Cistina digestível, %	0,729	0,725	0,726	0,726
Treonina digestível, %	0,197	0,229	0,229	0,229
Triptofano digestível, %	1,140	1,337	1,338	1,338
Valina digestível, %	0,797	0,878	0,878	0,878
Sódio, %	0,217	0,217	0,217	0,217

¹Controle positivo; ²Controle negativo, ³Controle negativo + fitase 1; ⁴Controle negativo + fitase 2.

⁷Conteúdo/Kg: Selênio 130 mg, Vitamina D3 1.000.000 UI, B.H.T. 2.160 mg, Vitamina B6 666 mg, Manganês 40.020 mg, Cobre 15.000 mg, Ferro 24.930 mg, Cobalto 168 mg, Iodo 1.416,8 mg, Zinco 74,971 mg.

⁸Conteúdo/Kg: Niacina 13.000 mg, Vitamina A 2.666.000 UI, Vitamina B2 1.600 mg, Biotina 16,56 mg, Colina 120.000 mg, Ácido Fólico 266 mg, Vitamina B12 11.000 µg, Vitamina K 2.666 mg, Ácido Pantotênico 7.000 mg, Vitamina E 10.000 mg.

Resultados e Discussão

As médias das temperaturas observadas no termômetro de máxima e mínima estão descritas na Tabela 2. Para que os animais não sofressem estresse por frio ou por calor, foi realizado manejo de cortinas durante as primeiras semanas de alojamento. Considerando a zona de conforto para leitões segundo Ferreira (2005), e ainda baseando-se nas diferentes zonas de conforto para leitões na fase inicial, e nas temperaturas ocorridas durante o período experimental, é possível que os leitões tenham sido submetidos a períodos de estresse por calor. Mesmo assim, a temperatura máxima registrada durante o período experimental não atingiu a temperatura crítica superior para leitões, que é de 32 °C segundo Ferreira (2005).

Tabela 4. Condições ambientais observadas durante o período experimental

Fase	Temperatura do ar, °C	
	Máxima	Mínima
21-35	29,8±3,2	24,0±1,0
36-49	28,7±3,3	23,4±1,8
50-70	27,4±2,7	23,3±1,3

Os resultados de desempenho de leitões, no período de 21 aos 35 dias de idade, consumindo as rações CP, CN, CN+Fit 1 e CN+Fit 2, são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Desempenho de leitões dos 21 aos 35 dias de idade em função dietas utilizadas

Tratamento	PI, kg	PF, kg	CR, kg	GP, kg	CA
CP	6,390	9,833	4,416	3,443	1,294
CN	6,392	9,271	3,906	2,879	1,420
CN+Fit 1	6,393	9,477	3,982	3,084	1,304
CN+Fit 2	6,392	9,332	4,019	2,940	1,382
CV ¹ (%)	4,15	5,70	10,17	16,61	15,69

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade; ¹Coeficiente de Variação.

A inclusão de 2000 FTU/kg de diferentes fitases na dieta de leitões durante os períodos de 21 aos 35 dias de idade não afetou o desempenho dos animais ($p>0,05$) quando comparado com as dietas Controle positivo e Controle negativo.

Os vegetais utilizados na formulação de dietas para não-ruminantes apresentam fatores antinutricionais, como o ácido fítico, o qual é capaz de complexar certos minerais essenciais como o fósforo, cálcio, zinco, cobre, ferro e magnésio além de aminoácidos como lisina, arginina e histidina (Maenz, 2001), além do amido (Angel et al., 2002). A formação destes complexos insolúveis diminui significativamente a solubilidade e a digestibilidade da dieta (FERKET, 1993; SEBASTIAN et al., 1996; RAVINDRAN et al., 1999).

Com base nessas afirmações, inúmeros pesquisadores vêm avaliando o efeito da inclusão de fitase na dieta de suínos. Diversos trabalhos já demonstraram resultados positivos sobre as variáveis de desempenho, absorção e excreção de Ca e P com a inclusão de fitase na dieta de suínos, com níveis variando de 500 a 1000 FTU/kg de fitase (Valencia et al., 2002; Jendza et al., 2005; Almeida et al., 2008; Lozano et al., 2011).

Durante a elaboração das dietas experimentais foram utilizadas diferentes fontes proteicas, como proteína de plasma desidratada, soja micronizada e

proteína láctea, levando a uma menor inclusão de milho e farelo de soja. Essa menor inclusão utilizada no estudo (46% de milho e 25% de farelo de soja) pode ter reduzido a quantidade de fitato na dieta, minimizando o efeito da fitase em disponibilizar os nutrientes e, melhorar o desempenho dos animais.

Segundo Rostagno et al. (2011), o milho contém 0,19% de fósforo fítico, e o farelo de soja 0,34%. Com base nesses dados, as dietas utilizadas no estudo continham aproximadamente 1,35% de fitato, enquanto que as dietas utilizadas por outros autores como Gentile et al. (2003), Valencia et al. (2002) e Jendza et al. (2005), continham aproximadamente 2,14%, 2,11%, 2,30% de fitato, respectivamente, sugerindo uma menor quantidade de fitato presente nas dietas experimentais.

Segundo Selle et al. (2003), a melhora no desempenho dos suínos com a inclusão de fitase na dieta não se dá somente pelo aumento na disponibilidade do P, e sim devido a liberação de proteínas e aminoácidos que estão presentes na molécula do fitato.

Baseando-se na afirmação de Selle et al. (2003), o baixo nível de fitato utilizado nas dietas experimentais não favoreceram a ação da fitase, uma vez que com uma menor quantidade de fitato, a quantidade de nutrientes liberados pela fitase através da hidrólise do ácido fítico não foi suficiente para melhorar o desempenhos dos suínos.

Rodrigues et al. (2011) quando trabalharam com suínos na faixa de 25 a 50 kg de peso vivo alimentados com três diferentes dietas, onde o controle positivo foi uma dieta formulada para atingir as recomendações nutricionais e duas outras dietas com níveis reduzidos de nutrientes com ou sem inclusão de fitase, atingindo um nível de 3,22% de fitato nas dietas. Os autores

observaram que a adição da fitase em dietas com redução de 0,36% de proteína bruta, 35 kcal de energia metabolizável, 0,13% de fósforo disponível, 0,12% de cálcio total, 0,017% de lisina digestível, é efetiva em fornecer os níveis nutricionais ideais para os animais, através da melhora na disponibilidade dos nutrientes, uma vez que os animais alimentados com a dieta com baixos níveis nutricionais e inclusão de fitase não diferiu daqueles alimentados com os níveis ideais.

De maneira semelhante ao observado no período de 21 a 35 dias, durante o período de 21 a 49 dias de idade não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) sobre os parâmetros de desempenho dos leitões (Tabela 6).

Tabela 6. Desempenho de leitões dos 21 aos 49 dias de idade em função dietas utilizadas

Tratamento	PI, kg	PF, kg	CR, kg	GP, kg	CA
CP	6,390	17,544	15,422	11,154	1,385
CN	6,392	16,824	14,092	10,432	1,354
CN+Fit 1	6,393	16,994	14,252	10,601	1,348
CN+Fit 2	6,392	17,000	14,081	10,608	1,328
CV ¹ (%)	4,15	5,31	9,03	7,39	8,47

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade; ¹Coeficiente de Variação.

Os resultados encontrados no presente estudo divergem daqueles encontrados por outros autores. Jones et al. (2010), quando trabalharam com diferentes inclusões de fitase (100, 175, 250 e 500 FTU/kg) em dietas de leitões na fase pós-desmame, puderam observar efeito linear no ganho de peso e eficiência alimentar de acordo com que elevou o nível de fitase na dieta. De forma semelhante, Jendza et al. (2005) observaram efeito linear no ganho

de peso e eficiência alimentar em leitões alimentados com uma dieta com baixo nível P e inclusão de dois níveis de fitase (500 ou 1000 FTU/kg).

De acordo com William's et al. (2005), em seu estudo com leitões na fase pós-desmame recebendo diferentes inclusões de óxido de zinco (ZnO) em dietas com ou sem a inclusão de 500 FTU/kg de fitase, não foi possível observar diferença significativa no desempenho dos leitões que receberam dietas apenas com a inclusão do ZnO quando comparados com aqueles que receberam dietas com a suplementação de ZnO + fitase. Augspurger et al. (2004), em seu estudo, observaram que a adição de fitase em uma dieta com alto nível de ZnO afetou o desempenho dos leitões, reduzindo em 9,5% a quantidade de cinzas nos ossos, além de reduzir cerca de 28% da quantidade de fósforo a ser ingerido.

Segundo os autores acima citados, o mecanismo pelo qual a fitase não melhora o desempenho de suínos alimentados com dietas que contêm níveis altos de zinco, é devido a ligação do zinco à molécula do fitato, formando o complexo zinco-Ca-fitato, o qual não é hidrolisado pela fitase.

A melhora no desempenho dos suínos que recebem dietas com a inclusão de fitase não se dá somente pelo aumento na disponibilidade do P, e sim devido a liberação de proteínas e aminoácidos que estão complexados à molécula do fitato (Selle et al., 2003).

Durante a fase de 21 a 49 dias de idade, as dietas experimentais foram formuladas com a inclusão de níveis farmacológicos de ZnO. Assim, a formação do complexo Zn-Ca-fitato pode ter inibido o efeito melhorador de

desempenho da fitase neste estudo, uma vez que não foi observada diferença estatística entre os parâmetros de desempenho dos suínos.

Os resultados de desempenho de leitões, no período de 21 aos 70 dias de idade, consumindo as rações CP, CN, CN+Fit 1 e CN+Fit 2, são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Desempenho de leitões dos 21 aos 70 dias de idade em função dietas utilizadas

Tratamento	PI, kg	PF, kg	CR, kg	GP, kg	CA
CP	6,390	32,046	38,242	25,657	1,492
CN	6,392	31,474	36,908	25,082	1,474
CN+Fit 1	6,393	31,617	36,791	25,224	1,460
CN+Fit 2	6,392	31,368	36,722	24,976	1,470
CV ¹ (%)	4,15	3,72	6,50	4,30	6,28

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade; ¹Coeficiente de Variação.

Fontes de Ca e P inorgânico como calcário e fosfato bicálcico, tem uma alta capacidade ácido ligante. Com isso, a inclusão desses ingredientes na dieta tem o potencial de aumentar o pH do intestino, e essa variação no pH pode influenciar diretamente a atividade da fitase. De forma geral, uma elevação no pH pode reduzir a solubilidade do fitato, deixando-o menos susceptível à hidrolise pela fitase (Selle et al., 2008). Para manter os níveis de Ca e P nas dietas experimentais, lançou-se mão da inclusão de calcário e fosfato bicálcico. Baseando-se nas afirmações de Selle et al. (2008), é possível que a inclusão destes ingredientes tenha inibido até certo ponto a ação da fitase em hidrolisar o fitato, uma vez que não se observou diferença significativa ($p>0,05$) no desempenho dos animais que foram alimentados com a dieta sem a inclusão da fitase quando comparado com aqueles que receberam as dietas com a inclusão de 2000 FTU/kg de fitase.

Outro fator importante segundo Selle et al. (2008) durante a formulação de dietas com a inclusão de fitase é o nível de fósforo, pois em dietas com níveis baixos ou nulos de fósforo, a ação da fitase é mais efetiva. Essa consideração foi atribuída a capacidade do fósforo inorgânico em inibir fortemente a atividade da fitase (Selle et al., 2008).

Como o intuito do estudo foi avaliar o efeito da superdosagem de fitase em melhorar a disponibilidade de outros componentes da dieta além do fósforo, e conseqüentemente seu efeito em melhorar o desempenho dos animais, manteve-se os níveis de fósforo muito próximos daqueles recomendados ideais para suínos segundo Rostagno et al. (2011), de acordo com cada fase de crescimento.

Com base nessas informações, é possível que os níveis de fósforo utilizados na dieta não tenham favorecido a ação da fitase em hidrolisar o fitato.

Os resultados das análises bioquímicas de Ca e P dos leitões aos 49 e 70 dias de idade, estão descritos na Tabela 8.

Tabela 8. Níveis de Ca e P sérico de leitões aos 49 e 70 dias de idade de acordo com a dieta experimental

Tratamento	49 dias de idade		70 dias de idade	
	Cálcio, mg/dL	Fósforo, mg/dL	Cálcio, mg/dL	Fósforo, mg/dL
CP	9,95	7,48	9,86	9,26
CN	10,18	7,91	10,33	9,57
CN+Fit 1	10,03	7,90	10,20	8,69
CN+Fit 2	9,81	8,19	9,91	8,38
CV ¹ (%)	12,27	30,05	9,65	23,10

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade; ¹Coeficiente de Variação.

No presente estudo, a suplementação com fitase na dieta de leitões no período pós-desmame não afetou os níveis de Ca e P sérico ($p>0,05$), o que diverge dos resultados achados por outros autores.

Adeola et al. (1995), observaram um aumento de 11,85 no nível de P com a inclusão de 1500 FTU/kg de fitase em uma dieta com 0,80% de Ca e 0,62% de P total. No entanto os autores não encontraram diferença significativa para os níveis de Ca entre os animais alimentados com ou sem fitase.

Da mesma forma que os fatores citados anteriormente em relação a inibição da hidrólise do ácido fítico pela fitase podem estar relacionados ao fato de não ter encontrado diferença significativa no desempenho dos leitões, estes também podem estar relacionados com o fato da inclusão de fitase não ter promovido níveis mais altos de Ca e P séricos nos leitões.

Conclusões

A inclusão de 2000 FTU/kg de fitase na dieta não melhorou o desempenho, ou aumentou os níveis séricos de cálcio e fósforo dos leitões no período pós-desmame. É possível que o alto nível de óxido de zinco adicionado à dieta, ou a inclusão de fosfato bicálcico tenham prejudicado a ação da superdosagem de fitase em melhorar o desempenho de leitões. No entanto, é necessário mais estudos para entender melhor os fatores que podem diminuir a hidrólise do ácido fítico pela fitase.

Referências

- ADEOLA, O.; LAWRENCE, B. V.; SUTTON, A. L.; CLINE, T. R. Phytase-induced changes in mineral utilization in zinc-supplemented diets for pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3384-3391, 1995.
- 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**, v.37, p.834-842, 2008.
- ANGEL, R.; TAMIM, N.M.; APPLGATE, T.J. Phytic acid chemistry: influence on phytin-phosphorus availability and phytase efficacy. **Journal of Applied Poultry Research**, v.11, p.471-480, 2002.
- AUGSPURGER, N. R.; SPENCER, J. D.; WEBEL, D. M.; BAKER, D. H. Pharmacological zinc levels reduce the phosphorus-releasing efficacy of phytase in young pigs and chickens. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1732-1739, 2004.
- BARBIN, D. **Planejamento e análises estatísticas de experimentos agropecuários**. Arapongas. Midas. 2003, p. 194.

DOURMAD, J. JONDREVILLE, C. Impact of nutrition on nitrogen, phosphorus, Cu and Zn in pig manure, and on emissions of ammonia and odours. **Livestock Science**, v.112, p.192–198, 2007.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. 1ª edição, Viçosa-MG, Ed. Aprenda Fácil, 2005, p. 92.

FIREMAN, F. A. T.; FIREMAN, A. K. B. A. T. Enzimas na Alimentação de Suínos. **Ciência Rural**, v.28, p.173-158, 1998.

GENTILE, J. M.; RONEKER, K. R.; CROWE, S. E.; POND, W. G.; LEI, X. G. Effectiveness of an experimental consensus phytase in improving dietary phytate-phosphorus utilization by weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 81, p.2751-2757, 2003.

JENDZA, J. A.; DILGER, R. N.; ADEDOKUN, S. A.; SANDS, J. S.; ADEOLA, O. *Escherichia coli* phytase improves growth performance of starter, grower, and finisher pigs fed phosphorus-deficient diets. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1882-1889, 2005.

JONES, C. K.; TOKACH, M. D.; DRITZ, S. S.; RATLIFF, B. W.; HORN, N. L.; GOODBAND, R. D.; DeROUCHEY, J. M.; SULABO, R. C.; NELSSSEN, J. L. Efficacy of different commercial phytase enzymes and development of an available phosphorus release curve for *Escherichia coli*-derived phytases in nursery pigs. **Journal of Animal Science**, v.88, p.3631-3644, 2010.

JONGBLOED, A. W.; LENIS, N. P. Alteration of nutrition as means to reduce environmental pollution by pigs. **Livestock Production Science**, v.31, p.75-94, 1992.

JONGBLOED, A. W.; LENIS, N. P. Environmental concerns about animal manure. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2641-2648, 1998.

KELLY, D.; BEGBIE, R.; KING, T. P. Nutritional influences on interactions between bacteria and the small intestinal mucosa. **Nutrition Research Reviews**, v.7, p.233–257, 1994.

KORNEGAY, E.T. Digestion of Phosphorus and Other Nutrients: the Role of Phytase and Facts Influencing Their Activity. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in Farm Animal Nutrition**. CAPI publishing, United Kingdom, 2001 p.237-271.

LÉTOURNEAU-MONTMINY, M. P.; NARCY, A.; MAGNIN, M.; SAUVANT, D.; BERNIER, J. F.; POMAR, C.; JONDREVILLE, C. Effect of reduced dietary calcium concentration and phytase supplementation on calcium and phosphorus utilization in weanling pigs with modified mineral status. **Journal of Animal Science**, v.88, p.1706-1717, 2010.

LOZANO, A. P.; PACHECO, G. D.; SILVA, C. A.; BRIDI, A. M.; SILVA, R. A. M.; VINOKUROVAS, S. L.; DALTO, D. B.; TARSITANO, M. A.; AGOSTINI, P. S. Níveis de fitase em rações para suínos em fase de terminação. **Archivos de Zootecnia**, v.60, p839-850, 2011.

MAENZ, D.D. Enzymatic characteristics of phytases as they relate to their use in animals feeds. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. (Eds.) **Enzymes in farm animal nutrition**. Wallingford: Cab Publishing, 2001. 406p.

MUNIZ, M. H. B. **Minerais de fontes orgânicas em dietas de leitões desmamados**. 2007. 76f. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

PARTRIDGE, G. The Weaner Pig – Enzymes and Biotechnology for the Future. In: VARLEY, M. A. & WISEMAN, J. **The Weaner Pig: Nutrition and Management**. CABI publishing, United Kingdom, 2000, p.123-152.

PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J.; WILLIAMS, I. H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**, v.51, p.215-236, 1997.

POULSEN, H. D.; JONGBLOEDB, A. W.; LATIMIERC, P.; FERNA'NDEZA, J. A. Phosphorus consumption, utilization and losses in pig production in France, The Netherlands and Denmark. **Livestock Production Science**, v.58, p.251–259, 1999.

RODRIGUES, V. V.; CANTARELLI, V. de S.; AMARAL, N. de O.; ZANGERONIMO, M. G.; BRITO, J. Á. G.; FIALHO, E.T. Nutrient reduction in rations with phytase for growing pigs. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, p.370-376, 2011.

SELLE P. H.; COWIESON, A. J.; RAVINDRAN, V. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. **Livestock Science**, v.124, p.126–141, 2009.

SELLE P. H.; RAVINDRAN, V. Phytate-degrading enzymes in pig nutrition. **Livestock Science**, v.113, p.99–122, 2008.

SELLE, H.; RAVINDRAN, V.; CALDWELL, A.; BRYDEN, W. L. Phytate and phytase: consequences for protein utilisation. **Nutrition Research Reviews**, v.13, p.255-278, 2000.

SELLE, P. H.; CADOGAN, D. J.; BRYDEN, W. L. Effects of phytase supplementation of phosphorus-adequate, lysine-deficient, wheat-based diets on growth performance of weaner pigs. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.54, p.323-330, 2003.

SHEPPY, C. The Current Feed Enzymes Market and Likely Trends. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in Farm Animal Nutrition**. CAPI publishing, United Kingdom, 2001 p.01-10.

Universidade Federal de Viçosa (UFV). 2007. **S.A.E.G. (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG (Versão 9.1).

VALENCIA, Z.; CHAVEZ, E. R.. Phytase and acetic acid supplementation in the diet of early weaned piglets: effect on performance and apparent nutrient digestibility. **Nutrition Research**, v.22, p.623–632, 2002.

VARLEY, P.F.; FLYNN, B.; CALLAN, J. J.; O'DOHERTY, J. V. Effect of phytase level in a low phosphorus diet on performance and bone development in weaner pigs and the subsequent effect on finisher pig bone development. **Livestock Science**, v.138, p.152-158, 2011.

VEUM, T. L.; ELLERSIECK, M. R. Effect of low doses of *Aspergillus niger* phytase on growth performance, bone strength, and nutrient absorption and excretion by growing and finishing swine fed corn-soybean meal diets deficient in available phosphorus and calcium. **Journal of Animal Science**, v.86, p.858-870, 2008.

WILLIAMS, S. B.; SOUTHERN, L. L.; BIDNER, T. D. Effects of supplemental dietary phytase and pharmacological concentrations of zinc on growth performance and tissue zinc concentrations of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v.83, p.386-392, 2005.

WOYENGO, T. A.; ADEOLA, O.; UDENIGWE, C.C.; NYACHOTI, C. M. Gastro-intestinal digesta pH, pepsin activity and soluble mineral concentration responses to supplemental phytic acid and phytase in piglets. **Livestock Science**, v.134, p.91-93, 2010.

YI, Z.; KORNEGAY, E. T.; RAVINDRAN, V.; LINDEMANN, M. D.; WILSON, J. H. Effectiveness of Natuphos phytase in improving the bioavailabilities of phosphorus and other nutrients in soybean meal-based semipurified diets for young pigs. **Journal of Animal Science**, v.74, p.1601-1611, 1996.

Elaborado de acordo com as Normas da Revista Brasileira de Zootecnia

ZWART, S. Considerations on the use of microbial phytase. **Inorganic Feeds**

Phosphates - CEFIC, 2006.