



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ARTURO PARDO LOZANO

**DESEMPENHO, CARCAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE
SUÍNOS ALIMENTADOS COM RAÇÃO DE ELEVADO NÍVEL
DE ÁCIDO FÍTICO E DIFERENTES NÍVEIS DE FITASE**

Londrina
2009

ARTURO PARDO LOZANO

**DESEMPENHO, CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE
SUÍNOS ALIMENTADOS COM RAÇÃO DE ELEVADO NÍVEL
DE ÁCIDO FÍTICO E DIFERENTES NÍVEIS DE FITASE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Caio Abércio da Silva

Londrina
2009

ARTURO PARDO LOZANO

**DESEMPENHO, CARCAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE
SUÍNOS ALIMENTADOS COM RAÇÃO DE ELEVADO NÍVEL
DE ÁCIDO FÍTICO E DIFERENTES NÍVEIS DE FITASE**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Caio Abércio da Silva (Orientador)
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Alexandre Oba
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. José Maurício Gonçalves dos Santos
Centro Universitário de Maringá.

Londrina, 27 de fevereiro de 2009.

OFRESCO

A la **Señora Libia** y al **Señor Pardo**, que me ofrecieron todo lo necesario para ser a persona que hoy en día, ama la vida con intensidad, ríe y no termina de soñar. **Los amo!**

DEDICO

A **Moma, Pila, Mena y Tata** mujeres invaluableles que más que mis hermanas son ejemplo de vida y familia que me acompañan hasta hoy. **Se les quiere de gratis.**

DEDICACIÓN ESPECIAL

A la **Ferchis**, y a mis enanos (**Daniela, Sebastian, Gabriela, Juanita e Valentina**) por traer solo alegrías para mi vida y ocupar un lugar importante en mi corazón.

Los Amooooooooooooooooooooooooooooo!

AGRADECIMENTO

A **Anita** que apareceu em um momento difícil de minha vida, que me cuidou e apoiou durante minha estadia no Hospital Universitário e logo em sua casa, começando uma bonita história que hoje se fortalece com a convivência diária e o desejo de metas compartilhadas ao longo desses sete meses, corrigindo e me auxiliando com carinho e dedicação no desenvolvimento do presente trabalho, só posso dizer que tenho uma admiração e um orgulho profundo de ter uma pessoa maravilhosa a meu lado que esta me acompanhando nesta nova etapa de minha vida.

Te Amo!

MAESTRA VIDA CAMARA TE DA Y TE

QUITA, TE QUITA Y TE DA

(RUBEN BLADES)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus**, pela oportunidade de viajar conhecer e estudar no Brasil, abençoando este projeto desde meus primeiros anos de faculdade, depositando coragem e horizontes sem fim.

Ao Prof. Dr. **Caio Abércio da Silva**, por acreditar, orientar e ajudar na realização deste trabalho, além da amizade e bons momentos compartilhados que me fizeram sentir em casa.

A Profa. Dra. **Ana Maria Bridi**, pela amizade, gentileza e, além de tudo, por me ensinar a importância da qualidade de carne na suinocultura e me ajudar nas análises estatísticas.

Ao professor Dr. **Mauro Alfieri**, pela confiança e aceitação para vir e fazer o mestrado aqui em Londrina, acrescentando uma experiência a mais em minha caminhada.

Aos funcionários da Fazenda Escola: **Sr. Pedro, Sr. Mauro, Sr. Antonio, Jorge e Inácio** pela dedicação e apoio nestes dois anos.

A **Helenice**, secretária da Pós-Graduação, modelo de secretária e eficiência, que desde minha chegada ao Brasil a cada ida em sua sala, levando problemas e dúvidas, sempre com um sorriso me ajudou e providenciou tudo que foi preciso.

Ao **Rogério** e a **Tânia** pelo auxílio nas análises laboratoriais e pelos bons momentos compartilhados ao longo de dois anos trabalhando e rindo.

As doutorandas **Michele** e **Nadia**, por sua amizade e orientação sem medida na determinação do fósforo fítico.

Aos amigos da Pós, especialmente **Filipe (Pendejo)**, **Gianne**, **Bruno** e **Marcio**, pela amizade, apoio, risadas, e bons momentos vividos.

Aos “irmãos” e amigos da suinocultura **Mara**, **Graziela**, **Piero**, **Roberta**, **Luiza** e **Mauro** pela ajuda, apoio, amizade e boas risadas.

Aos estagiários da suinocultura: **Danyel**, **Dhomini**, **Eduardo**, **Thales**, **Marina**, **Rita**, **Christiane** e **Juliana**, pela ajuda no experimento e pela amizade.

Ao programa **PEC-PG** pela oportunidade oferecida para fazer o mestrado.

Ao **CNPq**, pela concessão da bolsa de estudos.

E a todas as outras pessoas que direta ou indiretamente estiveram ao meu lado dando apoio e amizade.

Muito Obrigado a Todos!

LOZANO, Arturo Pado. **Desempenho, carcaça e qualidade da carne de suínos alimentados com ração de elevado nível de ácido fítico e diferentes níveis de fitase.** 2009. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

RESUMO

A produção de carne suína com baixo custo, segura e de qualidade, identificada com as exigências do consumidor, em um sistema com reduzida capacidade poluente, constituem objetivos atuais do setor. A utilização da enzima fitase na ração com o propósito de melhorar o aproveitamento do fósforo fítico dos grãos e de outros minerais, minimizando suas perdas e conseqüentemente reduzindo os danos ambientais, é crescente. Contrastando, existem poucas informações quanto aos seus efeitos sobre a qualidade da carne, com foco na preservação dos riscos da oxidação lipídica, já que o ácido fítico tem sido reconhecido como um potente antioxidante. Neste trabalho objetivou-se avaliar uma alta inclusão de farelo de gérmen de milho desengordurado (40%), que é um co-produto da industrialização do milho com elevada concentração de ácido fítico, na ração de suínos em terminação associado a diferentes concentrações de fitase (0; 500; 1000 e 1500 UFA) sobre índices de desempenho, características de carcaça, qualidade da carne e níveis sanguíneos e fecais de ferro, fósforo e cálcio. Os resultados apontaram que a concentração de 998,24 UFA proporcionou melhor aproveitamento do fósforo dietético, não sendo observados efeitos positivos ou negativos dos níveis de fitase sobre os parâmetros avaliados, inclusive sua repercussão negativa na qualidade da carne.

Palavras-chave: Ácidos graxos. Cor. Enzima. Fezes.

LOZANO, Arturo Pado. **Performance, carcass and meat quality of pigs fed diets with high levels of phytic acid and different levels of phytase.** 2009. 62f. Dissertation (Master Degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

ABSTRACT

The pork production with low cost, safe and with high quality, identified with the consumer exigencies, and produced with reduced pollution capacity are a current objectives of the segment. There phytase enzyme utilization with the goal to improve the availability of the phytic phosphorus of the grain and the other minerals, reducing losses and ambiental damage is growing. To contrast there is a little information about the effect of the phytase on the pork quality, especially preserving the lipidic oxidation risks, considering the recognized action of the phytic acid as a potent antioxidant. This work had the objective to evaluate the high inclusion of defatted corn germ meal (40%) on the swine feeding rations, a co-product of the corn processing, that has a high phytic acid level, associated with different concentrations of phytase (0; 500; 1000 and 1500 PPU) on the pig performance, carcass characteristic, meat quality, serum parameters and faecal levels of iron, phosphorus and calcium. The results showed that the 998,24 PPU provided the best utilization of the phosphorus of the diet, but there was no damage or positive effects of the level of phytase on the other evaluated parameters, including the negative effect on the meat quality.

Keywords: Color. Enzyme. Faeces. Fatty acids.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Composição percentual, química e energética das rações experimentais 35
- Tabela 2** – Médias e desvio padrão observadas do ganho de peso total (GPT), ganho diário de peso (GPD), consumo total de ração (CTR), consumo diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA) de acordo com o nível de inclusão de fitase e do gênero do suíno 39
- Tabela 3** – Médias e desvio-padrão observado para fósforo nas fezes (FOSFZ), cálcio nas fezes (CAFZ), cálcio no sangue (CASG), fósforo no sangue (FOSG) e ferro no sangue (FESG) de acordo com o nível de fitase e do gênero do suíno..... 41
- Tabela 4** – Médias e desvio-padrão observadas no peso médio de abate (PMA), peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça (RC), perda da carcaça no resfriamento (PCR), comprimento de carcaça (CCB) de acordo com o nível de fitase e do gênero dos suínos..... 45
- Tabela 5** – Médias e desvio-padrão observadas para profundidade de músculo (PM), área de olho de lombo (AOL), quantidade de carne na carcaça resfriada (QCR), rendimento de carne (RCN) e espessura de toucinho (ET) de acordo com o nível de inclusão de fitase e do gênero dos suínos 46
- Tabela 6** – Médias e desvio-padrão observadas sobre os valores de cor (a^* , b^* , L^* , c^* , h^*) do músculo *Longissimus dorsi* de suínos de acordo com o nível de inclusão de fitase e do gênero do suíno 48
- Tabela 7** – Médias e desvio-padrão observadas para pH inicial (pHi), pH final (pHf), perda de líquido no descongelamento (PLD), perda de líquido no cozimento (PLC) e perda de água por gotejamento (DRIP) de acordo com o nível de inclusão de fitase e do gênero do suíno 49
- Tabela 8** – Médias e desvio-padrão observadas para marmoreio (MARM), força de cisalhamento (FC), e oxidação lipídica (TBA) de acordo com o nível de inclusão de fitase e do gênero do suíno 51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cadeia do ácido fítico	17
Figura 2 – Esquema do ácido fítico quelatado com vários minerais bivalentes	17
Figura 3 – Quantidades de fósforo nas fezes de suínos submetidos a diferentes níveis de fitase	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 OXIDAÇÃO LIPÍDICA.....	14
2.2 ANTIOXIDANTES	15
2.2.1 Acido Fítico	16
2.3 FARELO DE GÉRMEN DE MILHO DESENGORDURADO	19
2.4 FITASE	20
2.4.1 Mecanismo de ação e uso da fitase.....	20
3 REFERÊNCIAS	23
4 OBJETIVOS	28
4,1 OBJETIVO GERAL	28
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28
5 ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO	29
RESUMO	30
ABSTRACT	31
INTRODUÇÃO	32
MATERIAL E MÉTODOS	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
CONCLUSÕES	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1 INTRODUÇÃO

A suinocultura mundial vem apresentando um crescimento consistente moldada em avanços tecnológicos tais como redução de seus efeitos poluentes e no atendimento constante de demanda por produtos seguros e sensorialmente identificados com as exigências do consumidor. Representando a principal proteína animal consumida no mundo, a carne suína é reconhecidamente uma importante fonte de vitaminas do complexo B e de minerais, com destaque para o ferro, guardando também uma relação bastante desejável de ácidos graxos polinsaturados e saturados.

Neste particular, esta composição graxa, expõe a carne suína a maiores probabilidades de reações de oxidação, favorecendo sua deterioração e resultando na liberação de componentes tóxicos, como os radicais livres.

A oxidação lipídica é responsável por mudanças e perdas nas qualidades organolépticas da carne, sendo que a natureza e a extensão dessas alterações são influenciadas por diversas variáveis (luz, ar, temperatura, pH e minerais).

Comumente a minimização da oxidação lipídica e de seus danos são obtidas pelo uso de antioxidantes, que atuam inibindo a formação de radicais livres através do seqüestro destes, absorvendo oxigênio ou formando quelato com metais envolvidos na oxidação.

O ácido fólico ou inositol hexafosfato (InsP6), presente em diversos cereais, apresenta-se como a principal fonte de fosfato nos grãos, sendo considerado um potente antioxidante natural, prevenindo a formação de cálculos renais e cardiopatias, diabetes e alguns tipos de câncer (cólon e mama).

A sua inclusão na dieta animal, através dos ingredientes de origem vegetal, parece exercer efeitos significativos na redução da oxidação da carne.

Alguns produtos como o farelo de gérmen de milho desengordurado têm particularmente demonstrado elevada concentração do ácido fólico, superando o milho e o farelo de soja, destacando-se como um ingrediente para este propósito.

No entanto, esta relação positiva que se verifica contrasta com os riscos de perdas nutricionais e de poluição que o ácido fólico pode determinar.

O ácido fólico, ao quelatar o fósforo e outros minerais e até proteínas, tornam estes nutrientes menos disponíveis, sendo, portanto, mais eliminados pelas fezes.

A minimização destes efeitos pode ser obtida com o uso da enzima fitase, que age na transferência do grupo fosfato do substrato para a enzima e da enzima para a água. O fitato, ao ser hidrolisado, produz cinco classes de produtos intermediários (mio-inositol penta, tetra, tri, bi e mono fosfato) e libera o fosfato inorgânico juntamente com o nutriente preso à sua estrutura para possível absorção.

Além de aumentar o valor nutricional das rações, existem outros fatores de interesse na implementação da enzima fitase. Entre eles está o fator econômico, uma vez que o fósforo torna-se cada dia mais caro como ingrediente nas rações, além da preocupação por parte dos ecologistas, nutricionistas e até mesmo da comunidade dos riscos como contaminante ambiental.

Nesta relação complexa de benefícios e riscos que o ácido fítico oferece, o presente estudo tem por objetivo avaliar o germen de milho desengordurado, um importante ingrediente disponível no Brasil, e fonte de ácido fítico em rações de suínos em fase de terminação. Serão consideradas concomitantemente a participação de diferentes níveis da enzima fitase nas dietas, seus possíveis efeitos na melhora do aproveitamento dos nutrientes da ração e as repercussões sobre a qualidade da carne, com destaque nas conseqüências sobre a oxidação lipídica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A carne suína é considerada um alimento nobre pela qualidade de suas proteínas e composição dos ácidos graxos, destacando-se a elevada proporção de polinsaturados e o balanço favorável entre o ômega 3 e o ômega 6 (WOOD et al., 2003). Entretanto, com relação à vida útil da carne, os ácidos graxos insaturados são mais sensíveis à oxidação, implicando na degradação do produto e na redução do tempo de prateleira com conseqüentes alterações no seu sabor e odor.

Por este motivo tem-se procurado promover a melhora destes aspectos veiculando, através das rações, agentes antioxidantes que, promovendo a minimização destes processos, reduzem os danos à carne e estendem sua vida de prateleira.

2.1 OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Tradicionalmente as carnes têm um papel de destaque nas dietas pelo seu sabor, textura e valor nutritivo. Entretanto, um fator que limita a qualidade e com isso sua aceitabilidade e de seus produtos é a oxidação lipídica (MORRISSEY et al., 1998).

Os lipídios são compostos heterogêneos insolúveis em água e solúveis em solventes apolares, como os carboidratos, são constituídos de carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). Além de fornecer energia química concentrada, ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis para o organismo, os lipídios são responsáveis pelas funções organolépticas como aroma, textura, suculência, cor e palatabilidade, auxiliando na estabilidade de emulsões e das proteínas (LAIRON, 1996).

A oxidação lipídica é uma das maiores causas da perda de qualidade nos alimentos, principalmente em tecidos musculares (LEE; HENDRICKS, 1995), com efeitos negativos nas qualidades organolépticas (GHIRETTI et al., 1997). Segundo Morrissey et al. (1998), a oxidação lipídica é considerada um problema para todos os envolvidos na produção de carne, desde produtores primários e processadores até distribuidores. Entender e controlar os processos envolvidos na oxidação lipídica é um grande desafio para os pesquisadores.

Na oxidação dos lipídios, há formação de produtos primários e secundários que afetam a qualidade dos alimentos (SOARES, 1998). Os produtos da oxidação lipídica são

apontados como substâncias tóxicas que provocam processos deteriorativos em humanos, como envelhecimento, doenças do coração e desordens carcinogênicas e mutagênicas (GHIRETTI et al., 1997).

Os lipídios podem ser oxidados por sistemas catalíticos como a luz, temperatura, enzimas, metais pesados, metaloproteínas e microrganismos. Nas reações de oxidação lipídica em carnes e seus derivados, os ácidos graxos caracterizam-se como substratos, enquanto a mioglobina, hemoglobina, citocromos, ferro não hemolítico e outros metais pesados de transição são definidos como catalisadores (LEE; HENDRICKS, 1995; SOARES, 1998).

Segundo Soares (1998) a rancidez oxidativa se inicia logo após a morte do animal e há formação de uma mistura de aldeídos, cetonas e alcoóis, resultantes da fragmentação de hidroperóxidos, afetando a cor, textura e valor nutritivo da carne.

2.2 ANTIOXIDANTES

Os antioxidantes segundo U.S.F.D.A (United State Food and Drug Administration) são definidos como substâncias usadas para preservar alimentos por retardar a deterioração, a rancidez e a descoloração devido à oxidação (SOARES, 1998; SOUZA, 2001).

Os antioxidantes atuam inibindo a formação de radicais livres através do seqüestro destes, absorvendo oxigênio ou formando quelato com metais envolvidos na oxidação. Os antioxidantes que agem capturando os radicais livres ou absorvendo o oxigênio são conhecidos como antioxidantes primários e aqueles denominados quelantes ou seqüestrantes, antioxidantes secundários (PIRES, 1997; SOARES, 1998; SOUZA, 2001).

Os principais antioxidantes primários são compostos fenólicos, como o BHA (hidroxianisol butilato), BHT (hidroxitolueno), TBHQ (terc-butil hidroquinona) e PG (galato de propila), provenientes da síntese industrial, atuando na etapa de iniciação da oxidação lipídica.

Pelo risco à saúde humana, os antioxidantes sintéticos vêm sendo substituídos pelos naturais, destacando-se os tocoferóis (vitamina E) e o ácido ascórbico (vitamina C). O ácido ascórbico, como os ácidos cítrico e fítico, atuam na oxidação lipídica como agente quelante ou seqüestrante (SOARES, 1998).

A vitamina E, um antioxidante primário, é comumente adicionada aos biscoitos, pastas e batatas fritas preparadas com gordura animal, dada sua ação efetiva na estabilização destas gorduras (SOARES, 1998). Esta ação também está comprovada quando a vitamina E é suplementada nas dietas de aves e suínos, melhorando a estabilidade oxidativa dos produtos cárneos durante o armazenamento e o congelamento (SOUZA, 2001).

Atualmente, tem-se buscado alternativas para reduzir o uso de antioxidantes exógenos, substituindo-os por produtos endógenos, acompanhando a tendência do consumidor para produtos naturais com mínima presença de aditivos. Assim, a introdução de antioxidantes via ração para animais de interesse comercial é um método efetivo para aumentar a estabilidade de produtos cárneos, principalmente naqueles onde a adição exógena é dificultada (SOUZA, 2001).

Neste sentido os grãos são uma excelente fonte de princípios antioxidantes que podem ser vinculados nas dietas de animais. Os principais compostos antioxidantes encontrados nos grãos são: flavonóides, ácido fenólico, selênio, tocoferol e ácido fítico.

2.2.1 Ácido fítico

O ácido fítico ou ácido hexafosfórico mio-inositol está presente em diversos cereais, vegetais e leguminosas na concentração de 1 a 5% de peso (GRAF; EATON, 1990; EMPSON et al., 1991). Apresenta-se como a principal fonte de fosfato nos grãos (60 a 90% do fósforo total) e pode estar na forma de fitato como sais de potássio e de magnésio (LEAL, 2000). Segundo Grases et al. (2001), o ácido fítico é encontrado também em todas as células e fluídos animais, mas as razões para esta ocorrência não são totalmente conhecidas.

O ácido fítico apresenta-se fisicamente com uma estrutura única (Figura 1), contém aproximadamente 28% de fósforo e sua propriedade antinutricional está além da limitação na disponibilização do fósforo. Este ácido é um potente quelante de nutrientes (Figura 2) como proteínas, aminoácidos, amido e cátions (RAVINDRAN et al., 1999), e enzimas como a pepsina, tripsina e α -amilase (SEBASTIAN et al., 1996), de modo que a solubilidade e a digestibilidade são fortemente reduzidas pela formação de complexos insolúveis. Devido à elevada energia potencial das seis ligações éster fosfóricas, o ácido fítico é inerte e estável, podendo ser estocado na forma sólida durante anos (LEE; HENDRICKS, 1995; SOARES, 1998).

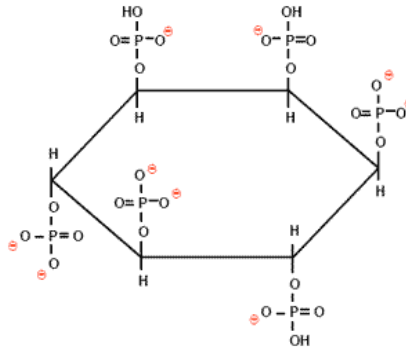


Figura 1 – Cadeia do ácido fítico.

Fonte. www.ergomix.com

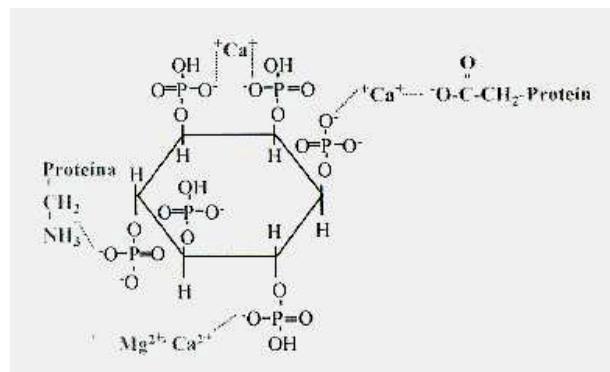


Figura 2 – Esquema do ácido fítico quelatado com vários minerais bivalentes

Fonte. www.scielo.com

O complexo metal-fitato formado é solúvel em pH ácido e, em pH neutro, tem a solubilidade limitada (LEE; HENDRICKS, 1995), motivo pela qual a maior parte desse complexo atravessa o trato gastrointestinal na forma não degradada, apesar de cereais e mucosa intestinal apresentarem alguma atividade da enzima fitase.

Entretanto, alguns autores sugerem que essa propriedade em formar quelatos com minerais, como o zinco e o cobre, traz benefícios, diminuindo o colesterol e triglicerídeos séricos (ZHOU; ERDMAN, 1995).

O ácido fítico é um potente antioxidante natural, efetivo para inibir a oxidação em produtos alimentares. O ácido fítico, ao contrário dos antioxidantes que atuam agindo com o oxigênio nas reações de oxidação, inibe a formação do radical hidroxila dirigida por metais, principalmente pelo ferro, através da formação de quelatos com estes, tornando-os inativos (GRAF; EATON, 1990).

Ao formar quelato com o ferro, o ácido fítico age como antioxidante, limitando seu efeito catalisador nas reações de oxidação e age também protegendo contra danos de isquemia cardíaca (ZHOU; ERDMAN, 1995).

Devido a esta capacidade, o ácido fítico tem sido também estudado pelas ações na prevenção de problemas renais, como formação de cálculos, redução do risco de câncer no cólon e mama em humanos e prevenção de doenças cardíacas (ZHOU; ERDMAN, 1995).

Em estudos *in vitro* o ácido fítico foi efetivo na prevenção de formações de cristais que funcionam como núcleos na formação de cálculos. Ao se aumentar o ácido fítico na dieta determina-se um efeito inibidor na formação de cálculos (ZHOU; ERDMAN, 1995).

O ácido fítico possui efeito anti-neoplásico pela regulação da proliferação celular, mesmo após a estimulação carcinogênica e, com isso, tem sido um importante candidato à quimioprevenção. Estudos em ratos demonstraram que a adição de 8,9 % de ácido fítico na dieta resultou em diminuição no crescimento de tumores e aumento no tempo de sobrevivência, provavelmente pela formação do complexo magnésio-fitato (ZHOU; ERDMAN, 1995).

As propriedades anti-carcinogênicas mais estudadas do ácido fítico são o seu efeito na diminuição no risco de câncer de cólon mediado por minerais. Segundo (MINIHANE; RIMBACH 2002), o alto consumo de minerais aumenta o risco de câncer de cólon e dietas com altos níveis de ácido fítico podem reduzir efeitos danosos da oxidação por metais. Entretanto, esse efeito protetor ocorre quando se tem nível moderadamente alto de minerais na dieta.

Vários trabalhos demonstraram a eficiência do ácido fítico como antioxidante na carne, porém não há estudos que comprovem sua eficiência quando suplementado na ração e se há algum prejuízo ao animal quanto à disponibilidade de minerais, pois as quantidades empregadas com finalidade antioxidante, não parecem trazer preocupações nutricionais (BARRETO, 1996).

2.3 FARELO DE GÉRMEN DE MILHO DESENGORDURADO

Um co-produto da industrialização dos grãos de milho, o farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD), pode ser utilizado na dieta de suínos, em fase de crescimento e terminação, em até 30% de inclusão sem causar efeitos negativos sobre o desempenho dos animais e as características de carcaça (SOARES et al., 2004). Paralelo a esse uso, o ingrediente é uma excelente fonte de ácido fólico, com teor máximo de 6,40% (GRAF; EATON, 1990).

Costa (2005), trabalhando com a inclusão máxima de 40% de farelo de gérmen de milho desengordurado verificou maior estabilidade lipídica para os tratamentos com maiores níveis de inclusão do farelo de gérmen de milho desengordurado, sugerindo que este foi efetivo como antioxidante no lombo refrigerado e no pernil congelado, sem efeitos deletérios no desempenho e com ausência de efeitos antinutricionais, verificado através de análises hematológicas e concentrações séricas e pela diminuição dos níveis séricos de triglicérides e colesterol.

Dentre os ingredientes não convencionais, o farelo de gérmen de milho desengordurado é uma opção para a substituição parcial do milho nas rações de suínos e aves. O produto provém da industrialização do milho para retirada do amido por via úmida. Durante o processo, o milho é umedecido para amaciar a semente e facilitar a separação do glúten, proteína e gérmen. Após a remoção do gérmen de milho, restam apenas o glúten, o amido e a casca do milho (PATIENCE et al., 1995).

Aproximadamente, 25% da composição do gérmen de milho é constituído pelo óleo (OHIO CORN, 2008). O farelo de gérmen de milho desengordurado é obtido pela extração do óleo do gérmen via hexano, sendo posteriormente secado e prensado (ANDRIGUETTO et al., 1982).

Segundo Honeyman (1989), citado por Trindade Neto et al. (1995), para cada 100 kg de milho em grãos, são produzidos 62 a 68 kg de amido; 3 kg de óleo; 3,2 kg de farelo de gérmen; 20 kg de glúten e 4,5 kg de farelo de glúten.

Lassiter e Edwards (1982) relataram que os farelos de gérmen de milho e de glúten, possuem baixa palatabilidade e que, embora o gérmen de milho tenha um melhor balanço de aminoácidos (maior quantidade de lisina e triptofano), apresenta valor limitado na alimentação de monogástricos.

Entretanto, Freitas (1998) afirma que o gérmen de milho apresenta boa palatabilidade, sendo, segundo Simmons (1979), facilmente consumido pelos suínos.

2.4 FITASE

A utilização de enzimas na alimentação de suínos começou na década de 50 com a finalidade de melhorar a utilização da cevada como ingrediente (LARSEN; OLFIELD, 1959), sendo um tema bastante pesquisado atualmente. Um dos principais interesses no uso de enzimas nas rações de suínos é devido ao custo cada vez maior das matérias-primas tradicionais e aos resultados significativos no desempenho zootécnico de animais que têm recebido aditivos via ração. Os complexos enzimáticos não possuem função nutricional direta, mas auxiliam no processo digestivo melhorando o aproveitamento dos nutrientes.

A fitase, particularmente, é uma das enzimas mais empregadas atualmente, agindo como uma fosfatase que hidrolisa um ou mais grupos fosfato do fitato, desdobrando esse complexo, liberando o fósforo, melhorando sua absorção (KIES, 1996). Muitos nutricionistas entendem como necessária sua utilização nas rações dos suínos para permitir um elevado aproveitamento do fósforo fítico. Destacam-se, neste sentido, muitas respostas positivas obtidas com sua utilização (INBORR; OGLE, 1988; JONGBLOED et al, 1992; YOUNG et al, 1993).

2.4.1 Mecanismo de ação e uso da fitase

O modo de ação da enzima fitase consiste no mecanismo de transferência do grupo fosfato do substrato para a enzima e da enzima para a água. O fitato ao ser hidrolisado produz cinco classes de produtos intermediários (mio-inositol penta, tetra, tri, bi e monofosfato) e libera o fosfato inorgânico juntamente com o nutriente preso a sua estrutura para possível absorção.

Além de aumentar o valor nutricional das rações, existem outros fatores de interesse na implementação da enzima. Entre eles está o fator econômico, uma vez que o fósforo torna-se cada dia mais caro para o custo das rações, além da preocupação por parte

dos ecologistas, nutricionistas e até mesmo da comunidade quanto à contaminação do solo, pois, no momento em que se disponibiliza o fósforo na ração, adicionando a fitase, melhora-se a retenção deste pelo animal, diminuindo naturalmente sua eliminação, (CASARTELLI et al., 2005). A suplementação de fósforo representa o terceiro maior item do custo das rações de suínos (LIMA, 1995).

As dietas de suínos e aves no Brasil são formuladas à base de ingredientes de origem vegetal, geralmente grãos de cereais que possuem mais da metade do fósforo sob a forma de fitato, com disponibilidade biológica variando entre 18 e 60% (CROMWELL, 1979; CORLEY et al., 1980). A maioria dos alimentos de origem vegetal apresenta baixo teor de fósforo. Assim, aumentando a disponibilidade do fósforo fítico dos ingredientes das rações destes animais, reduz-se a necessidade de suplementação de fósforo inorgânico nas dietas. Por outro lado, o fitato complexa cátions como o Ca, Zn, Fe, Mn e outros (NEWMANN, 1994) e, com a melhora na utilização do fósforo fítico, haverá também, melhor utilização destes cátions. Segundo Baker (1998), a fitase microbiana aumenta a utilização da energia e da proteína das rações.

O fósforo inorgânico dos grãos, de modo geral, é bem digerido pelos suínos e aves, mas, segundo Cromwell (1990), ainda não se sabe se sua disponibilidade é total para esses animais. É importante destacar que a habilidade dos suínos para utilizar o fósforo fítico melhora com a idade, devido, possivelmente, à maior concentração da quantidade da enzima fitase presente na mucosa do intestino dos animais mais velhos (McGILLVRAY, 1980). Segundo Simons e Versteegh (1990), o uso destas enzimas tem demonstrado sua importância em melhorar a eficiência de utilização do fósforo fítico pelos monogástricos e, assim, reduzir a suplementação de fósforo mineral, o que proporcionará redução de 20 a 30% do fósforo excretado nas fezes.

Segundo Graf e Eaton (1990), a mucosa e a microflora intestinal apresentam certa atividade fítica, entretanto a maior parte do ácido fítico ingerido passa através do trato gastrointestinal de forma não degradada.

Seynaeve et al. (1999), avaliando os efeitos da relação cálcio e fósforo, níveis de fósforo e suplementação de fitase microbiana em suínos em fase de crescimento, verificaram que há desfosforilação do ácido fítico pela ação da fitase dos grãos e da mucosa intestinal, da fosfatase alcalina da mucosa intestinal ou da fitase da flora intestinal, mesmo nos animais que receberam ração sem a suplementação de fitase. A hidrólise é verificada mais no final do íleo, enquanto no estômago a degradação enzimática pode ser considerada nula, pois o ácido fítico é bem estável ao pH estomacal. Entretanto, quando há suplementação da

fitase microbiana na ração, a degradação ocorre no estômago e no final do íleo ela é triplicada.

Muitos trabalhos já foram desenvolvidos com a fitase, mas estas pesquisas no início foram desestimuladas em função do seu custo elevado. Na atualidade, a fitase já vem sendo comercializada industrialmente, o que despertou o interesse de diversos nutricionistas preocupados com o alto custo do fósforo inorgânico e com a poluição ambiental (POINTILLART, 1991; CROMWELL et al., 1995).

A fitase industrial é obtida a partir da recombinação gênica dos fungos *Aspergillus niger* e *Aspergillus ficum*. O produto é um pó e apresenta-se misturado ao farelo de trigo, utilizado como veículo, que lhe dá a cor marrom claro, apresentando uma atividade de 5000 unidades de fitase ativa (UFA/g). Uma UFA é definida como uma quantidade de enzima que libera 1µmol de ortofosfato por minuto de uma solução a 0,0051 mol/L de fitato de sódio, a uma temperatura de 37°C e pH 5,5. (HENN, 2002)

A enzima, adicionada ao alimento seco, é ativada no trato digestivo quando é misturada aos fluídos digestivos e sob a temperatura do organismo (ROTTER et al., 1990). Sua ação máxima ocorre no estômago e na porção inicial do intestino delgado. (JONGBLOED et al, 1992).

Diversos trabalhos apontam melhora no desempenho dos animais ao utilizar a fitase, entretanto, um ponto pouco discutido é que ao suplementar as rações com fitase, há liberação de minerais, como o ferro e zinco, que catalisam as reações de oxidação lipídica.

Gebert et al. (1999ab) testaram dietas suplementadas com fitase, vitamina E e vitamina E + fitase e observaram o efeito destes tratamentos na disponibilidade dos minerais, no desempenho, nas características de carcaça, nas características da carne suína e na qualidade da gordura. A oxidação lipídica foi maior na carne dos animais que receberam tratamento com fitase, indicando que esta ao aumentar a disponibilidade dos minerais provavelmente catalisou as reações de oxidação lipídica pela autooxidação da mioglobina ou pela formação do radical hidroxil (OH⁺), determinando alteração na cor da carne.

Porres et al. (s.d.), citados por Minihane e Rimbach (2002), ao testar dietas com níveis alto e baixo de ferro e dietas com e sem ferro e com inclusão de fitase, indicaram que dietas com ácido fítico foram mais interessantes na proteção contra a peroxidação lipídica no cólon em níveis moderadamente altos de ferro, indicando haver uma relação complexa da enzimas com as características de desempenho zootécnico e de qualidade da carne.

3 REFERÊNCIAS

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1982. v.1

BAKER, H. Phytase effects on protein, energy and trace-mineral utilization of swine and poultry. In: BASF TECHNICAL SYMPOSIUM, 16., 1998, Durham. **Proceeding...** Durham: BASF, 1998. p.48-62.

BARRETO, A.C. da S. **Efeito da adição de antioxidantes naturais na oxidação lipídica e cor de carne de frango e derivado**. 1996. 74 f. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual de Londrina, Brasil.

CASARTELLI, E.M.; JUNQUEIRA, O. M.; LAURENTIZ, A.C. Effect of phytase in laying hen diets with different phosphorus sources. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.7, n.2, p.93-98, 2005.

CORLEY, J.R.; BAKER, D.H.; EASTER, R.A. Biological availability of phosphorus in rice bran and wheat bran as affected by pelleting. **Journal Animal Science**, v.50, p.286-292, 1980.

COSTA, M.C.R. **Farelo de gérmen de milho desengordurado na alimentação de suínos como fonte de ácido fítico**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

CROMWELL, G.L. 1979. Availability of phosphorus in feedstuffs for swine. **Proceedings Distillers Feed Conference**, n.34, p.40-50, 1979.

CROMWELL, G. L. Application of phosphorus availability data to practical diet formulation. In: Carolins Nutrition Conference, 1990, North Caroline. **Proceeding...** North Caroline: Caroline Press, 1990. p.55-57.

CROMWELL, G.L.; COFFEY, R.D.; MONEGUS, H.J. et al. Efficacy of low-activity, microbial phytase in improving the biodisponibility of phosphorus in corn-soybean meal diets for pigs. **Journal Animal Science**, v.73, p.449-456, 1995.

EMPSON, K.L.; LABUZA, J.P.; GRAF, E. Phytic acid as a food antioxidant. **Journal of Food Science**, v.56, n.2, p.560-563, 1991.

FREITAS, R.M. Fontes alternativas para o milho. In: SEMINÁRIO NUTRON DE SUINOCULTURA, 2., 1998, Campinas. **Anais...** Brasília: NUTRON, 1988. p.15-24.

GEBERT, S.; BEE, G.; PFIRTER, H.P. et al. Phytase and vitamin E in the feed of growing pigs: I. influence on growth, mineral digestibility and fatty acid in digest. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 81, p.9-19, 1999a.

GEBERT, S.; BEE, G.; PFIRTER, H.P. et al. Phytase and vitamin E in the feed of growing pigs: II. influence on carcass characteristics, meat and fat quality. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.81, p. 20-30, 1999b.

GHIRETTI, G.P.; ZANARDI, E.; NOVELLIE, E. et al. Comparative evaluation of some antioxidants in salami milano and mortadella production. **Meat Science**, v. 47, n.1/2, p.167-176, 1997.

GRAF, E.; EATON, J.W. Antioxidant functions of phytic acid. **Free Radical Biology e Medicine**, v.8, n.1, p.61-69, 1990.

GRASES, F.; SIMONETI, B.M., PRIETO, R.M. et al. Variation of InsP4, InsP5 and InsP6 levels in tissues and biological fluids depending on dietary phytate. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 12, n.10, p.595-601, 2001.

HENN, João Dinísio. **Aditivos enzimáticos em dietas de suínos e aves**. Disponível em: <http://www.6.ufrgs.br/bioquimica/posgrad/BTA/aditiv_enzimas.pdf>. Acesso em: 24 dec. 2008.

INBARR, J.; OGLE, R.B. Effect of enzyme treatment of piglets feed on performance and post-weaning diarrhoea. **Journal Agriculture Research**, v.60 , n.18, p. 129-133, 1988.

JONGBLOED, A.W.; MROZ, Z.; KEMME, P.A. The effect of supplementary *Aspergillus niger* phytase in diets for pigs on concentration and apparent digestibility of dry matter, total phosphorus, and phytic acid in different sections of the alimentary tract. **Journal of Animal Science**, v.70, n.4, p.1159-1168, 1992.

KIES, A. K. Phytase: mode of action. COELHO, M. C.; KORNEGAY, E. T. Phytase in animal nutrition and waste management: **BASF Reference Manual 1996**. New Jersey: BASF, p.205-212, 1996.

LAIKON, D. Dietary fibers: effects on lipid metabolism and mechanisms of action. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 50, 125–133, 1996

LARSEN, L.M.; OLFIELD, J. E. Improvement of barley rations for swine. I. Effect of water treatment and enzyme supplementation. **Journal Animal Science**, v. 18, n. 18, p.1173-1176. 1959.

LASSITER, J.W.; EDWARDS JUNIOR, H.M. **Animal Nutrition**. Virginia: Reston Publishing Company, 1982.

LEAL, E.S. **Extração, obtenção e caracterização parcial de ácido fítico do germe grosso de milho e aplicação como antioxidante**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

LEE, B.J.; HENDRICKS, D.G. Phytic acid protective effect against beef round muscle lipid peroxidation. **Journal of Food Science**, v.60, n.2, p.241-244, 1995.

LIMA, F.R. Quantidade e qualidade do fósforo na nutrição mineral. **Avicultura Ciência e Tecnologia**, Campinas, n.14, p.20-25, 1995.

McGILLVRAY, J.J. Biological availability of phosphorus sources. In: ANNUAL INTERNATIONAL MINERALS CONFERENCE, 1980, Florida. **Proceeding...** Florida: International Minerals e Chemical Corporation, 1980. p.73-86.

MINIHANE, A.M.; RIMBACH, G. Iron absorption and the iron binding and anti-oxidant properties of phytic acid. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 37, n.7, p.741-748, 2002.

MORRISSEY, P. A.; SHEEHY, P.J.A.; GALVIN, K. et al. Lipid stability in meat products. **Meat Science**, v. 49, S73, 1998.

NEWMANN, C.W. The U.S. market for feed enzymes: what opportunities exist? ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 10, 1994, Nicholasville. **Proceeding...** Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1994. p.99-116.

OHIO CORN - THE OHIO CORN GROWERS ASSOCIATION. **What's in a kernel of corn?**, Disponível em < <http://www.ohiocorn.org> > Acesso em 04 dez. 2008.

PATIENCE, J.F.; THACKER, P.A.; LANGE, C.F.M. **Swine nutrition guide**. 2.ed. Saskatoon: Prairie Swine Centre, 1995.

PIRES, M.V.P. **Desenvolvimento do método simplex para otimização de sistema alimentar: extração do ácido fítico em subproduto de milho.** 1997. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

POINTILLART, A. Enhancement of phosphorus utilization in growing pigs fed phytase-rich diets by using rye bran. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 69, p.1109-1115, 1991.

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

ROTTER, B.A.; FRIESEN, O.D.; GUENTER, W. et al. Influence of enzyme supplementation on the bioavailable energy of barley. **Poultry Science**, v.69, n.7, p.1174-1181, 1990.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R. et al. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, v.75, n.12, p.729 -736, 1996.

SEYNAEVE, M.; JANSSES, G.; HESTA, C. et al. Effects of dietary Ca/P ratio, P level and microbial phytase supplementation on nutrient digestibility's in growing pigs: breakdown of phytic acid, partition of P and phytase activity along the intestinal tract. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.83, n.4-5, p.193-204, 1999.

SIMMONS, N.O. **Tecnología de la fabricación de piensos.** Zaragoza: Acribia, 1979.

SIMONS, P.C.M., VERSTEEGH, H.A.J. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 64, p.525-540, 1990.

SOARES, A.L. **Ação de ácido fítico e vitamina E na oxidação lipídica e aroma de requeijado em filés de peito de frango.** 1998. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

SOARES, L.L.P.; SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W. et al. Farelo de gérmen de milho desengordurado na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1768 -1776, 2004.

SOUZA, V.L.F. **A influência de dietas suplementadas com vitamina E desde o crescimento e terminação do suíno até o presunto cozido no seu período de validade: índices zootécnicos, estabilidade oxidativa, perfil de ácidos graxos, colesterol e óxidos de colesterol.** 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

TRINDADE NETO, M.A.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T., et al. Farelo de glúten de milho (FMG) para suínos em crescimento e terminação (desempenho). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.1, p.108-116, 1995.

WOOD, J. D. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat science**, v,63, p.21-32, 2003.

YOUNG, L.G.; LEUNISSEN, M. and ATKISON, J. L. Addition of microbial phytase to diets of young pigs. **Journal Animal Science**, v. 71, p.2147-2150, 1993.

ZHOU, J.R.; ERDMAN JR., J. W. Phytic acid in health and disease. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.35, n.6, p.495-508, 1995.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar a utilização da enzima fitase em dietas com alto nível de ácido fítico sobre as características de carcaça, da carne e no desempenho de suínos em fase de terminação.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a quantidade de fósforo fítico do farelo de gérmen de milho desengordurado;
- Avaliar o desempenho zootécnico, o perfil sérico de Cálcio, Fósforo e Ferro, excreção de fósforo e cálcio nas fezes, as características de carcaça e da carne e a estabilidade lipídica da carne de suínos tratados com fitase na fase terminação.
- Determinar a ação da fitase na suplementação de rações para suínos e sua função na liberação de minerais em dietas com alto nível de fósforo disponível.

5 ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO

Desempenho, carcaça e qualidade da carne de suínos alimentados com ração de elevado nível de ácido fítico e diferentes níveis de fitase.

Desempenho, carcaça e qualidade da carne de suínos alimentados com ração de elevado nível de ácido fítico e diferentes níveis de fitase.

RESUMO

O objetivo deste experimento foi avaliar a inclusão de 40% de farelo de gérmen de milho desengordurado em associação com diferentes níveis da enzima fitase nas rações de suínos em fase de terminação, durante 28 dias, sobre o desempenho, as características de carcaça, a qualidade da carne e sobre parâmetros séricos e fecais. Foram utilizados 32 suínos (Landrace x Large Withe), sendo 16 machos castrados e 16 fêmeas, com peso médio inicial de 60 kg, alojados individualmente. Os tratamentos experimentais foram: T1- ração sem a enzima fitase; T2- ração com fitase (500 UFA); T3- ração com fitase (1000 UFA); T4- ração com fitase (1500 UFA), sendo todas isonutrientes. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em um modelo fatorial 4 X 2 (4 níveis de fitase e 2 sexos), onde a unidade experimental foi o animal. Foi verificado efeito quadrático ($P < 0,05$) para a quantidade de fósforo nas fezes, sendo o ponto de mínima de 998,24 UFA. Para todos os demais parâmetros não foram observadas diferenças significativas. A adição de fitase em dietas de suínos em terminação, com alto teor de ácido fítico, proveniente do farelo de gérmen de milho desengordurado, não comprometeu ou favoreceu o desempenho zootécnico e as características de carcaça e de carne.

Palavras-chave: Farelo de gérmen de milho. Ferro. Fósforo. Ganho de peso. Oxidação.

Performance, carcass and meat quality of pigs fed diets with high levels of phytic acid and different levels of phytase.

ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the inclusion of defatted corn germ meal associated with different levels of phytase to finishing swine rations, during 28 days, on pigs performance, carcass characteristic, meat quality and serum and fecal profile. Thirty two pigs (Landrace X Large white), 16 males and 16 females, with 60kg of initial weight, were allocated on individual pen. The experimental treatments were: T1 – ration without phytase; T2 – ration with phytase (500 PPU); T3 – ration with phytase (1000 PPU); T4 – ration with phytase (1500 PPU). All rations were isonutrients. The experimental design was a randomized blocks, using a factorial model 4 X 2 (4 levels of phytase and 2 genders), been the animal considerate a replicate. It was observed a quadratic effect ($P < 0,05$) to the levels of phosphorus in the feces according the inclusion of phytase, been the better result to 998.24 PPU. There were no significant differences for the other parameters among the treatments. The addition of phytase in diets of finishing pigs, using the defatted corn germ meal as a source of phytic acid, didn't result negative or positive effects on performance, carcass and meat characteristics.

Keywords: Iron. Maize germ meal. Oxidations. Phosphorus. Weight gain.

INTRODUÇÃO

A produção de carne suína tem apresentado um crescimento embasado em avanços tecnológicos, conceitos de redução de sua capacidade poluente, promoção do bem-estar animal, baixo custo, e oferta de produtos seguros e sensorialmente identificados com as demandas do mercado.

Neste cenário, tem-se apresentado algumas tendências, como a utilização de enzimas dietéticas, destacando-se a fitase que atua no complexo fitato dos grãos (KIES,1996), melhorando a disponibilidade do fósforo, de outros minerais (NEWMANN, 1994), da energia e da proteína (BAKER, 1998), reduzindo a perda fecal destes nutrientes e promovendo um incremento na performance e a minimização da poluição ambiental (POINTILLART, 1991; CROMWELL et al. 1995; GEBERT et al. 1999ab).

Paralelamente, esta ação principal da fitase sobre o ácido fítico, que é um potente antioxidante natural, sendo efetivo na inibição da oxidação de produtos alimentares (GRAF e EATON, 1990), pode expor a carne à maiores taxas de oxidação, um processo, que resulta na formação de compostos tóxicos e piora a qualidade sensorial e a vida de prateleira da carne (GHIRETTI et al. 1997; SOARES, 1998).

Este cenário contraditório ainda permanece, ao mesmo tempo em que concomitantemente há a tendência de ampliação do uso da fitase e de antioxidantes naturais entre outros o ácido fítico, são crescentes.

Harbach et al. (2006) observaram que a veiculação do ácido fítico pelo farelo de gérmen de milho desengordurado, um co-produto da industrialização do milho, ingrediente para ração animal, foi determinante sobre a redução da oxidação da carne, mantendo dentro de valores normais os índices de desempenho. Todavia, experiências com a participação de fitase na dieta de suínos (GEBERT, 1999ab; PORRES et al., citados por MINIHANE; RIMBACH, 2002), apontaram piora na oxidação da carne, atribuído à enzima.

Considerando que as dietas de suínos no Brasil são formuladas a base de ingredientes de origem vegetal, geralmente grãos de cereais, produtos que têm elevados níveis de ácido fítico, compreender a contribuição da fitase e do ácido fítico sobre o desempenho, a qualidade da carcaça e da carne, constituem o objetivo deste trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de suinocultura da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (UEL). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, Laboratório de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos e no Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Londrina. Foram avaliados o desempenho zootécnico, as características de carcaça, a qualidade da carne suína, perfil sérico e fecal de ferro, cálcio e fósforo dos animais.

Neste experimento foram utilizados 32 suínos cruzados (Landrace x Large White), sendo 16 machos castrados e 16 fêmeas. A avaliação foi iniciada com os animais apresentando $60,3 \pm 5,32$ kg de peso vivo. Foi alojados um animal por baia, sendo estas de alvenaria e piso compacto, com dimensão de 3 m^2 .

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (divididos em 4 blocos de acordo com o peso inicial dos animais), em esquema fatorial 4×2 (4 níveis de inclusão de fitase e 2 sexos), com 4 repetições por tratamento, onde cada animal representou uma parcela experimental.

Os tratamentos experimentais consistiram no fornecimento de quatro dietas a base de milho e farelo de soja com 40% de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD), um co-produto da industrialização do milho com alta concentração de ácido fítico, com inclusão crescente de fitase (NATUPHOS[®] 5000) durante 28 dias.

As rações eram isoprotéicas, isolisínicas e isoenergéticas, formuladas visando atender as exigências mínimas da fase de terminação, segundo o NRC (1998).

T1: Ração sem fitase;

T2: Ração com fitase (500 UFA);

T3: Ração com fitase (1000 UFA);

T4: Ração com fitase (1500 UFA).

Os ingredientes, a composição percentual e os valores calculados das rações experimentais encontram-se na Tabela 1.

Os animais receberam água e alimento *ad libitum*, e as avaliações de desempenho foram semanais.

Para a determinação da concentração sérica de cálcio, fósforo e ferro, no dia 14^o de experimentação, procedeu-se a coleta sanguínea no período da manhã (6 horas) através da punção da veia jugular colhendo-se 20 mL sem anticoagulante para a obtenção do soro. Os níveis de cálcio, fósforo e ferro foram determinados através do uso de kits enzimáticos colorimétricos.

Tabela 1 – Composição percentual, química e energética das rações experimentais.

Ingredientes (%)	Níveis de Fitase (UF) ¹			
	0	500	1000	1500
FGMD ²	40,00	40,00	40,00	40,00
Milho	38,46	38,25	38,04	37,83
Farelo de soja	15,80	15,84	15,88	15,92
Óleo de soja	3,19	3,26	3,33	3,40
Núcleo único suino ³	2,00	2,00	2,00	2,00
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30
Fosfato	0,19	0,19	0,19	0,19
L-Lisina-HCL	0,06	0,06	0,06	0,06
Fitase	–	0,10	0,20	0,30
Total	100	100	100	100
Valores calculados				
Cálcio (%)	0,740	0,740	0,740	0,740
Energia digestível (Kcal/kg)	3.338	3.338	3.338	3.338
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3.142	3.142	3.142	3.142
Fibra bruta (%)	3.492	3.490	3.490	3.490
Fósforo disponível (%)	0,250	0,250	0,250	0,250
Fósforo total (%)	0,582	0,582	0,582	0,582
Gordura (%)	4,817	4,880	4,944	5,007
Lisina (%)	0,750	0,750	0,750	0,750
Metionina (%)	0,251	0,251	0,251	0,251
Proteína bruta (%)	15,5	15,5	15,5	15,5
Sódio (%)	0,144	0,144	0,144	0,144
Fósforo fitico ⁴ (%)	4,84	4,81	4,85	4,85

¹Unidades de Fitase; ²Farelo de Gérmen de Milho Desengordurado; ³Composição do núcleo único suínos por kg de produto: vit. A, 239.000 UI; vit.B12, 538 mcg; vit.D3, 66.000 UI; vit.E, 517 mg; vit.K3, 60 mg; ácido fólico, 32 mg; ácido pantotênico, 254 mg; biotina, 1,1 mg; niacina, 422 mg; piridoxina, 41 mg; riboflavina, 90 mg; tiamina, 33 mg; colina, 4 g; promotor de crescimento, 2595 mg; Ca, 231 g; Co, 5,5 mg; Cu, 5.000 mg; Fe, 2.760 mg; F, 881 mg; P, 59 g; I, 43 mg; Mn, 1,310 mg; Se, 8,46 mg; Na, 50 g; Zn, 3720 mg; ⁴Determinado pela técnica descrita por Chen et al. (1956) e por Thompson e Erdam (1982).

Para realização da análise de fósforo e cálcio das fezes, foi realizada coleta parcial de fezes, com a utilização de oxido crômico (0,3%) como marcador fecal durante dois dias, duas vezes ao dia, 8h30 e as 17h30, as fezes coletadas eram armazenadas em sacos plásticos e mantidas em temperatura de congelamento até a análise laboratorial. Posteriormente as fezes foram descongeladas, secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por três dias e trituradas, sendo encaminhadas para o Laboratório de Solos do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina para as análises de acordo com a técnica proposta por Malavolta et al. (1992) e Silva (1999).

Em relação ao manejo pré-abate, a ração foi retirada 12 horas antes do embarque, permanecendo os animais sob dieta hídrica até o abate. O embarque dos suínos foi realizado às seis horas da manhã, sendo o tempo de transporte até o frigorífico de aproximadamente uma hora.

Os suínos foram abatidos com peso médio aproximado de 87 kg em um abatedouro localizado a 45 km da cidade de Londrina. O processo de abate consistiu primeiramente em insensibilização via corrente elétrica, com equipamento da marca Petrovina® IS 2000 com dois eletrodos, utilizando-se 350 volts e 1,3 ampéres. O choque elétrico foi aplicado por um período de aproximadamente três segundos. A sangria foi realizada através do corte dos grandes vasos do pescoço, com os animais na posição vertical, suspensos pelo membro posterior

Após o abate, escaldagem e evisceração, as carcaças foram divididas ao meio longitudinalmente e resfriadas à temperatura de 2 ± 1 °C, por 24 horas, na câmara de resfriamento do frigorífico.

As carcaças foram avaliadas individualmente de acordo com as orientações de Bridi e Silva (2007), onde foram obtidos os dados de comprimento de carcaça (CC), espessura de toucinho (ET), profundidade do músculo *Longissimus dorsi* (PM), área de olho de lombo (AOL), peso da carcaça quente (PCQ), peso da carcaça fria (PCF) e rendimento de carcaça (RC). O peso da carcaça quente e da carcaça fria foram utilizados para determinação de porcentagem de perda da carcaça no resfriamento. A espessura de toucinho e a profundidade do músculo *Longissimus dorsi* foram medidas na altura da última costela a 6 cm da linha média do corte. A partir dos valores dessas medidas, estimou-se o rendimento e a quantidade de carne na carcaça (RCC e QCC), de acordo com a metodologia estabelecida por GUIDONI (2000).

O pH da carne foi medido no músculo *Longissimus dorsi*, na altura da última costela, aos 45 minutos após o abate (pH inicial) e após 24 horas de resfriamento a aproximadamente $2 \pm 1^\circ \text{C}$ (pH final).

Após 24 horas de resfriamento, foi retirada de cada meia carcaça esquerda uma amostra do músculo *Longissimus dorsi* de aproximadamente 20 cm que foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Londrina. De cada lombo retirou-se a gordura adjacente, sendo coletadas 5 amostras de aproximadamente 2,5 cm de espessura.

Em uma das amostras avaliou-se a cor, marmoreio e estimou-se a perda de água por gotejamento; outra amostra utilizou-se para medir a perda de água no descongelamento, na cocção e para aferir a força de cisalhamento e em uma terceira amostra realizou-se a oxidação lipídica; as demais amostras foram armazenadas como reserva.

Com exceção das amostras de cor e marmoreio, as outras foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos, vedados e armazenados em freezer a -20°C durante 30 dias até a realização das análises.

Para a análise de cor, as amostras foram analisadas 24 horas após o abate, utilizando o colorímetro portátil Minolta® CR10, com esfera de integração e ângulo de visão de 8° , ou seja, iluminação d/8 e iluminante C. Os componentes L^* (luminosidade), a^* (componente vermelho-verde) e b^* (componente amarelo-azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB. Com esses valores calculou-se o ângulo de tonalidade (h^*) pela equação $h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$, e o índice de saturação (c^*) a partir da equação $c^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$. Estas mesmas amostras também foram avaliadas subjetivamente para marmoreio, utilizando-se padrões fotográficos (National Pork Producers Council, 1991), onde foram atribuídas notas de 1 a 5 (1 = traços de marmoreio e 5 = marmoreio abundante).

A capacidade de retenção de água da carne foi avaliada utilizando-se três metodologias: perda de água por gotejamento, perda de água no descongelamento e perda de água na cocção. A perda de água por gotejamento foi avaliada segundo a técnica descrita por Boccard et al. (1981). A perda de água no descongelamento foi obtida pela diferença de peso da amostra congelada e após o degelo por 24 horas na temperatura de 2 ± 2 °C, a perda de água na cocção foi obtida pela diferença de peso da amostra descongelada e após o cozimento em forno pré-aquecido a 170 °C, até alcançarem a temperatura interna de aproximadamente 71 °C (BRIDI; SILVA, 2007).

Em seguida, com os valores obtidos de pH inicial, pH final, valor de L* e perda de água por gotejamento, as amostras foram classificadas em “Normal, PSE (carne pálida, mole e exsudativa) ou DFD (carne firme, dura e escura), de acordo com as metodologias propostas por Warner et al. (1997) e Channon et al. (2000).

Para avaliar a maciez da carne, utilizaram-se as amostras das análises de perda de água por descongelamento e cocção, sendo que após a cocção, as amostras permaneceram armazenadas por 24 horas a 2 ± 2 °C. Foram retiradas sub-amostras cilíndricas de 2,5 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro, utilizando-se um amostrador de aço da forma cilíndrica. A força de cisalhamento foi tomada perpendicularmente à orientação das fibras musculares com a lâmina Warner-Bratzler adaptada no texturômetro Stable Mycro Systems TA-XT2i (BOUTON et al., 1971). As velocidades utilizadas foram de 5 mm/s no pré e pós teste e de 2 mm/s no teste.

A oxidação lipídica foi determinada após 30 dias do abate, no músculo *Longissimus dorsi* foi analisada pelo método do ácido 2-tiobarbitúrico conforme procedimento descrito por Tarladgis et al. (1964) e modificado por Crackel et al (1988).

Os dados foram submetidos à análise de variância com derivação de polinômios (regressão) no programa estatístico SAEG (UFV, 1997).

O presente experimento foi submetido à avaliação do comitê de ética da Universidade Estadual de Londrina, sendo aprovado para seu desenvolvimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do desempenho zootécnico referente ao uso de diferentes níveis de fitase na ração estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Médias e desvios-padrão observados do ganho de peso total (GPT), ganho diário de peso (GDP), consumo total de ração (CTR), consumo diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA) de suínos, de acordo com o nível de inclusão de fitase na ração e do sexo.

Tratamentos	Parâmetros				
	GPT (kg)	GDP (kg)	CTR (kg)	CDR (kg)	CA (kg)
UFA					
0	26,99 ±3,4	0,93±0,1	76,27±4,4	2,63±0,1	2,85±0,2
500	27,28±5,5	0,94±0,1	75,63±9,4	2,60±0,3	2,82±0,3
1000	28,02±4,6	0,96±0,1	73,83±9,4	2,54±0,3	2,65±0,1
1500	26,78±6,1	0,92±0,2	71,46±11,2	2,46±0,3	2,72±0,3
	NS	NS	NS	NS	NS
Sexo					
Macho	29,23±3,9	1,00±0,1	78,90±4,9	2,72±0,1	2,73±0,2
Fêmea	25,31±4,9	0,87±0,1	69,70±9,4	2,40±0,3	2,79±0,2
	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	12,53	12,58	8,72	8,76	6,99

NS- Não significativo ($P>0,05$). UFA- Unidades de Fitase

A inclusão da fitase na ração não influenciou ($P>0,05$) o desempenho dos animais (Tabela 2) e, para todas as variáveis analisadas, não houve efeito de interação entre tratamento e sexo.

Em relação ao consumo de ração, não foi observado diferença com relação aos observados por Ludke et al. (2002a), que encontraram média de consumo diário de 2381; 2345 e 2320 g para níveis de 0; 750 e 1000 UF, respectivamente. Harper et al. (1997), suplementando suínos em crescimento/terminação com 250 e 500 UF, também não

encontraram diferença no desempenho dos animais. Souza et al, (2008) alimentando suínos em terminação, adicionando 500 UF , com e sem suplemento micromineral – vitamínico não verificou diferenças para o desempenho dos animais entre os tratamentos avaliados

Resultados diferentes foram verificados por Ludke et al. (2002b) que constaram efeito dos níveis de fitase sobre o ganho de peso ($P \leq 0,03$) que aumentou de forma linear sendo, 480; 495; 494 e 522 g para 0; 300; 600 e 900 UF respectivamente, e para a conversão alimentar ($P \leq 0,05$), reduziu de forma linear, 2,34; 2,19; 2,20 e 2,18, respectivamente. Biehl e Baker (1996) também observaram aumento no ganho de peso ao adicionarem 1200 UF/kg da dieta à base de milho e farelo de soja.

Melhores desempenhos dos animais foram verificados por Selle et al. (1996), Shelton et al. (2004), ao fazerem uso da fitase, verificaram que a adição de fitase reverteu os efeitos negativos das dietas com reduzidos níveis de cálcio e fósforo disponível. Assim, a redução da fonte de fósforo inorgânico e a conseqüente complementação dos níveis nutricionais pela liberação de cálcio e fósforo fitico através da fitase em dietas com ractopamina manteve o desempenho dos animais seja com 500 ou 750 UF. Desta forma, uso da fitase em maior inclusão pode reduzir os custos das dietas uma vez que disponibiliza nutrientes intrínsecos dos cereais minimizando a complementação com fonte inorgânica.

Os dados referentes à quantidade de fósforo e cálcio no sangue e fezes e ferro no sangue estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Médias e desvios-padrão observados para fósforo nas fezes (FOSFZ), cálcio nas fezes (CAFZ), cálcio no sangue (CASG), fósforo no sangue (FOSG) e ferro no sangue (FESG) de suínos, de acordo com o nível de inclusão de fitase na ração e do sexo.

Tratamentos	Parâmetros				
	FOSFZ (mg/100g)	CAFZ (mg/100g)	CASG (mg/mL)	FOSG (mg/mL)	FESG (mg/mL)
UFA					
0	2,06±0,7	1,20±0,2	11,95±0,6	9,25±0,6	166,80±16,3
500	1,26±0,3	0,95±0,3	11,40±0,3	8,87±0,4	177,00±43,4
1000	1,42±0,5	1,11±0,4	11,82±0,5	8,97±0,3	163,80±50,5
1500	1,38±0,5	1,11±0,3	11,35±0,5	8,65±0,4	111,90±50,5
	QUA	NS	NS	NS	NS
Sexo					
Macho	1,58±0,6	1,19±0,2	11,82±0,5	8,97±0,3	155,40±42,7
Fêmea	1,48±0,5	1,01±0,3	11,43±0,5	8,90±0,6	154,35±52,4
	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	25,19	18,18	4,62	5,84	29,94

NS- Não significativo ($P>0,05$); UFA- Unidades de Fitase; QUA- Diferença Quadrática

$^1Y = 2,00633 - 0,00151733 X + 0,00000076 X^2$ ($R^2 = 0,82$)

Houve efeito de regressão quadrática com ponto mínimo para a excreção de fósforo nas fezes com a inclusão de 998,24 UF (Figura 3). Para as demais características não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos.

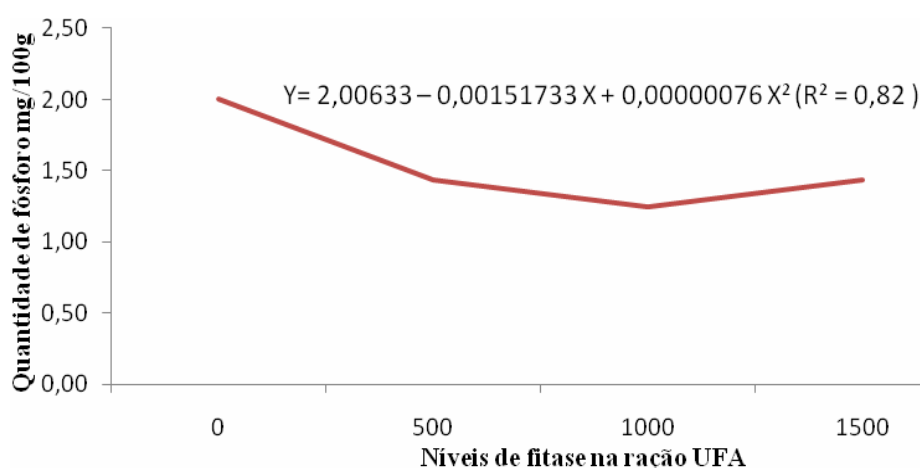


Figura 3 – Quantidades de fósforo nas fezes de suínos submetidos a diferentes níveis de fitase.

Resultados semelhantes foram verificados por Moreira et al. (2004) com suínos em terminação, que encontraram efeito quadrático entre os níveis de fósforo nas fezes e os níveis crescentes de fitase ($P < 0,05$), 221,83; 182,07; 211,65 e 229,09 mg para 253; 759; 1265 e 1748 UF, respectivamente. Este fato ocorreu devido ao fato de FGMD apresentar maior concentração de fósforo total, sendo a maior parte indisponível. Com isso, a fitase pode ter liberado deste ingrediente quase todo o fósforo presente, ultrapassando, assim, as necessidades diárias dos animais, ocasionado maior excreção após de atingir o ponto de mínima. Este resultado é semelhante aos obtidos por Simons et al. (1990), Cromwell et al. (1995) e Figueirêdo et al. (2000), que observaram redução da excreção de fósforo com o uso de fitase.

A excreção endógena fecal é um mecanismo fisiológico importante no controle da excreção do excesso de fósforo no organismo dos animais (BRAITHWAITE, 1985). Portanto, o efeito sobre essa variável pode indicar que o consumo de fósforo foi suficiente para atender às exigências dos animais, pois em condições de restrição deste mineral, as perdas endógenas fecais são mínimas e iguais à parte obrigatória do metabolismo (FIGUEIRÊDO, 1998; LOPES, 1998).

A enzima fitase atua nos grupos fosfóricos das moléculas de fitato liberando o fósforo e outros minerais para o metabolismo dos animais (CROMWELL et al., 1995). A redução da excreção desse mineral traz benefícios importantes e pode favorecer regiões onde há maior concentração de suínos, ao reduzir a emissão de poluentes para os mananciais de água.

Efeitos lineares platôs sobre a quantidade de fósforo e cálcio excretado nas fezes foram observados por Ludke et al. (2002b), resultado provavelmente decorrente do aumento da relação cálcio:fósforo nas dietas com maiores níveis de fitase. Segundo Quian et al. (1996), a suplementação de fitase em dietas para suínos deve ocorrer quando a relação cálcio:fósforo for próxima a 1,2:1, indicando que níveis entre 421 – 466 UF/kg da dieta são os que

proporcionam redução nas quantidades de fósforo e cálcio excretados pelos suínos em crescimento, amenizando, desta forma, a carga de poluição ambiental.

Ludke et al (2000), alimentando suínos com 0; 750 e 1000 UF/kg, com ou sem fósforo inorgânico, encontraram efeito linear ($P < 0,05$) proporcional ao aumento de inclusão de fitase, com menores excreções de fósforo e cálcio nas fezes para maiores inclusões de fitase na ração, reduzindo o efeito poluente. Figueirêdo et al. (2000), adicionando 1250 UF/kg de dieta promoveram também redução ($P < 0,01$) nos teores de fósforo total excretado nas fezes dos suínos.

Os resultados deste experimento não estão em consonância com os resultados obtidos por Cromwell et al. (1995); Yi et al. (1996); Harper et al., (1997); Conte, (2000) e Matsui et al, (2000), que observaram redução linear no conteúdo de fósforo total excretado nas fezes de suínos alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com o uso de fitase microbiana. No entanto, os resultados mostram-se com a mesma tendência dos trabalhos de Simons et al. (1990), Lei et al. (1993); Mroz et al. (1994); e Liu et al. (1997), que demonstraram melhor aproveitamento do cálcio em suínos com a utilização da fitase nas dietas.

O'Quinn et al. (1997), trabalhando com níveis mais baixos de fitase (0; 300 e 500 UF/kg), também observaram aumento linear na digestibilidade total do cálcio.

Para os níveis de cálcio, fósforo e ferro no sangue não houve diferenças significativas para tratamento ou sexo.

Moreira et al. (2004) não verificaram diferenças significativas para o fósforo sérico (8,43; 7,90; 7,59 e 7,44 mg/100mL para 253; 759; 1265 e 1748 UF, respectivamente), podendo o refluxo do mineral para o trato gastrointestinal e o aparelho urinário terem regulado sua concentração no sangue.

Almeida et al. (2007), trabalhando com fêmeas alimentadas com dietas contendo 500 UF/kg de ração com e sem suplemento vitamínico/mineral, não observaram diferenças

($P>0,05$) para o volume de ferro no sangue nos diferentes tratamentos. Resultados semelhantes foram obtidos por Nunes (2000), que avaliou o hemograma de suínos na fase de terminação (até 100kg de peso vivo) frente à retirada do suplemento vitamínico/mineral Figueirêdo et al. (2000), alimentando suínos com a inclusão de 1250 UF não verificaram diferença significativa para os níveis de fósforo no sangue, diferindo de Young et al. (1993), que constataram aumento na concentração de fósforo inorgânico no sangue com o aumento dos níveis de fitase nas dietas.

Moreira et al. (2003) observaram que suínos em crescimento e terminação alimentados com níveis crescentes de fitase na dieta, 253; 759; 1265 e 1748 UF, apresentaram níveis de cálcio no sangue entre 14,22 e 13,14 mg/mL e de fósforo entre 7,33 e 9,61 mg/mL, os valores não representaram diferenças significativas ($P>0,05$), indicando que o metabolismo do fósforo está diretamente correlacionado com o metabolismo do cálcio. As pequenas variações dos minerais decorrem do eficiente mecanismo fisiológico, no qual estão envolvidos os hormônios da paratireóide, calcitonina e vitamina D (GANONG, 1977; DE LUCA, 1979).

Os resultados obtidos indicam que o uso da fitase não desencadeia liberação excessiva de ferro para o organismo do suíno. Esse fato é particularmente importante, pois o ferro em excesso depositado nos tecidos pode causar lesões graves, particularmente no coração, no fígado e nas glândulas (HOFFBRAND et al., 2004).

Os níveis de fósforo no sangue verificados encontram-se na faixa da normalidade relatada na literatura, com variação entre 4,0 e 9,0 mg/dL (UNDERWOOD et al., 1981; GÜRTLER et al., 1984; McDOWELL, 1992).

Os resultados observados na tabela 4 mostram que não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos e sexo.

Tabela 4 – Médias e desvios-padrão observados no peso médio de abate (PMA), peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça (RC), porcentagem de perda da carcaça no resfriamento (PCR), comprimento de carcaça (CCB) de suínos, de acordo com o nível de inclusão de fitase na ração e do sexo.

Tratamentos	Parâmetros				
	PMA (kg)	PCQ (kg)	RC (%)	PCR (%)	CCB (cm)
UFA					
0	87,37±4,3	65,96±3,5	75,49±1,6	2,66±0,2	89,60±3,2
500	87,13±7,4	66,14±5,7	75,94±2,2	2,69±0,2	90,87±4,7
1000	88,46±6,5	67,11±5,4	75,84±1,6	2,66±0,3	90,57±2,7
1500	87,21±11,5	65,77±9,2	75,40±2,7	2,67±0,3	89,37±4,2
	NS	NS	NS	NS	NS
Sexo					
Macho	91,18±6,7	69,12±5,9	75,76±2,3	2,64±0,3	90,18±3,9
Fêmea	83,90±6,6	63,37±4,7	75,57±1,7	2,69±0,2	90,02±3,6
	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	6,15	6,87	1,64	4,23	2,90

NS- Não significativo ($P>0,05$). UFA- Unidades de Fitase.

Harper et al. (1997) encontraram aumento linear no peso médio de abate dos animais em fase de crescimento-terminação com a adição de fitase nos níveis de 0, 167 e 333 UF/kg. Corassa (2007), trabalhando com níveis crescentes de fitase (0; 500 e 750 UF) não encontrou melhoras para o peso médio ao abate e para o peso da carcaça quente, verificando somente resultados superiores para o rendimento carcaça (500 UF), em relação ao controle.

Outros estudos com suínos (LUDKE et al., 2002c; SANTOS et al., 2008), também não observaram melhora nos parâmetros de carcaça com a inclusão da fitase na dieta. Contudo Shelton et al. (2004), avaliando a redução de cálcio e fósforo associada à retirada do suplemento vitamínico mineral e à adição de fitase (500 UF/kg de ração) sobre as características de carcaça para suínos na fase de crescimento e terminação, registraram efeito significativo ($P=0,03$) entre os tratamentos, onde o peso e o rendimento de carcaça foram menores nos grupos com a retirada do suplemento vitamínico mineral e a redução deste atraso foi obtida pela presença da fitase.

Os valores de profundidade de músculo, espessura de toucinho, quantidade de carne na carcaça resfriada, rendimento de carne e espessura de toucinho são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Médias e desvios-padrão observados para profundidade de músculo (PM), área de olho de lombo (AOL), quantidade de carne na carcaça resfriada (QCR), rendimento de carne (RCN), e espessura de toucinho (ET) de suínos, de acordo com o nível de inclusão de fitase na ração e do sexo.

Tratamentos	Parâmetros				
	PM (mm)	AOL (cm)	QCR (kg)	RCN (%)	ET (mm)
UFA					
0	58,62±4,1	37,33±3,1	40,67±1,4	60,07±1,7	9,98±3,0
500	62,54±3,8	39,33±6,1	41,03±3,0	60,50±1,9	9,92±3,2
1000	62,15±6,4	39,49±4,7	41,52±2,8	60,46±2,5	9,90±3,9
1500	60,00±5,0	36,83±5,0	40,22±3,3	59,69±2,5	10,88±4,7
	NS	NS	NS	NS	NS
Sexo					
Macho	61,11±5,3	38,07±5,8	41,63±2,6	59,30±2,4	11,74±4,0
Fêmea	60,55±4,9	38,42±3,7	40,09±2,5	61,03±1,3	8,60±2,4
	NS	NS	NS	NS	NS
C.V	8,43	12,84	5,23	2,53	26,15

NS – Não significativo ($P>0,05$). UFA – Unidades de fitase

Não foi verificada diferença ($P>0,05$) entre os parâmetros avaliados com a inclusão de fitase.

Com relação à área de olho de lombo os resultados apresentaram-se semelhantes aos obtidos por Santos (2008), que também não encontrou diferença significativa para suínos alimentados com fitase (500 UF) em rações com diferentes inclusões de suplemento vitamínico mineral e fósforo inorgânico. Também os resultados equivalem aos observados por Oliveira (2006), que concluiu ser viável a retirada do suplemento micro-mineral em dietas suplementadas com fitase com base no desempenho e nas características de carcaça.

A similaridade dos resultados obtidos com os resultados observados por O`Quinn et al. (1997); Shelton et al. (2003); Shelton et al (2004) reforçam a ausência de efeito na área de olho de lombo sob a adição de 500 UF de fitase.

Em relação à profundidade do músculo, há uma identificação com os resultados observados por Peter et al. (2001); de Lange et al. (2006); Corassa (2007) e Buzen (2008), que também não encontraram efeito da fitase sobre a característica.

Os resultados de espessura de toucinho apresentados neste experimento não diferenciou ($P>0,05$) entre os diferentes níveis de inclusão de fitase na dieta de suínos. Resultado semelhante foi observado por Buzen (2008) que ao avaliar o uso de aminoácidos sintéticos, fitase e minerais quelatados também não encontrou diferença para esta característica.

Também O`Quinn et al. (1997), não registraram efeitos em suínos em terminação alimentados com rações a base de sorgo e farelo de soja para espessura de toucinho na 10^a e última costela quando a fitase foi adicionada a 500 UF. Peter et al. (2001) avaliaram a espessura de toucinho, profundidade de lombo e porcentagem de carne na carcaça em carcaças de suínos em terminação alimentados com dietas com e sem fósforo inorgânico e com 300 e 500 UF e não registraram diferença entre os tratamentos. Shelton et al. (2004) avaliando animais dos 22 aos 109 kg adicionaram 500 UF em substituição a 0,10% de Ca e Pd, e apontaram não haver diferença em desempenho e em características como o peso de carcaça quente, espessura de gordura da 10^a costela e comprimento de carcaça.

Todavia, trabalhos conduzidos por Peter et al. (2001) e Oliveira (2006) concluíram que a ação da fitase foi eficaz para manter as características de carcaça mesmo com a redução drástica do fósforo na dieta, variando de 0,32 a 0,12% de fósforo disponível.

Em relação ao sexo não foram verificadas diferenças ($P>0,05$) para todas as características avaliadas

A ausência de diferença entre os tratamentos para as características de carcaça parece decorrer do fato que estas são mais influenciadas pelo padrão genético dos animais e menos pela dieta, já que não foram observadas variações no ganho de peso.

Os resultados referentes aos valores de cor do músculo *Longissimus dorsi* encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 – Médias e desvios-padrão observados sobre os valores de cor (a*, b*, L*, c*, h*) do músculo *Longissimus dorsi* de suínos, de acordo com os níveis de fitase na ração e o sexo.

Tratamentos	Parâmetros				
	a*	b*	L*	c*	h* (°)
UFA					
0	3,91±1,9	9,23±2,1	54,42±3,1	10,10±2,6	67,95±7,4
500	4,59±1,8	9,72±1,1	54,43±4,0	10,83±1,6	65,41±7,1
1000	2,81±1,1	8,86±1,2	55,75±3,8	9,30±1,4	73,02±6,4
1500	3,46±1,3	9,10±0,6	55,79±3,9	9,70±0,9	69,70±6,9
	NS	NS	NS	NS	NS
Sexo					
Macho	3,64±1,8	9,42±1,7	56,36±3,8	10,19±2,1	69,96±8,2
Fêmea	3,70±1,5	9,04±0,9	53,83±3,0	9,84±1,3	68,08±6,1
	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	42,92	14,07	5,47	16,75	10,04

NS- Não significativo (P>0,05). UFA- Unidades de Fitase. a*; b*- Saturação e tonalidade; L*- Luminosidade; h*- Tonalidade da cor; c*- Saturação.

Para os valores de a*, b*, L*, c* e h* e para os sexos não foram verificadas diferenças significativas (P>0,05).

Souza et al. (2008) trabalhando com suínos em terminação com inclusão de 500 UF e com ou sem suplemento de micro-minerais e vitamínicos não verificou diferenças para cor da carne.

A diferença na tonalidade da cor está relacionada com o metabolismo respiratório (oxidativo) predominante nos músculos vermelhos, em que o armazenamento de oxigênio, realizado pela mioglobina, é consistente com a elevada proporção de enzimas envolvidas no metabolismo oxidativo e a baixa quantidade de enzimas glicolíticas encontrada nessas fibras.

Geralmente, as mesmas condições que causam a dissociação do oxigênio da molécula de mioglobina são responsáveis pela oxidação da deoximioglobina a metamioglobina. Essa reação de oxidação é chamada de autooxidação. Entre os fatores envolvidos na autooxidação

citam-se: baixos valores de pH, temperatura elevada, luz ultravioleta e particularmente, baixas tensões de oxigênio.

A cor da carne também é influenciada pelos processamentos a que esta é submetida, podem-se citar: cozimento; refrigeração; congelamento; forma de embalagem; presença e tipo de luz durante o armazenamento; e adição de substâncias como sal, nitrito entre outros (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Pode-se concluir que a fitase, embora libere o fósforo fitico presente no gérmen de milho desengordurado e os demais minerais seqüestrados, esta ação não foi suficiente para produzir diferença na cor e não promovendo reações que pudessem levar a processos deletérios da carne.

Os valores de pH inicial e final, perda de líquido no cozimento e perda de água por gotejamento são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Médias e desvios-padrão observados para pH inicial (pHi), pH final (pHf), perda de líquido no descongelamento (PLD), perda de líquido no cozimento (PLC) e perda de água por gotejamento (DRIP) de suínos, de acordo com o nível de inclusão de fitase na ração e do sexo.

Tratamentos	pHi	pHf	Parâmetros		
			PLD (%)	PLC (%)	DRIP (%)
UFA					
0	6,43±0,6	5,71±0,2	6,30±1,8	39,90±3,8	6,57±3,9
500	6,27±0,4	5,54±0,1	7,77±3,0	39,47±1,0	7,40±2,9
1000	6,42±0,2	5,69±0,2	7,08±2,9	38,54±2,7	7,56±2,5
1500	6,26±0,4	5,67±0,3	8,23±1,9	42,34±8,0	7,12±4,0
	NS	NS	NS	NS	NS
Gênero					
Macho	6,26±0,5	5,64±0,3	7,54±2,7	39,07±2,9	7,51±2,9
Fêmea	6,43±0,3	5,66±0,1	7,15±2,2	41,06±5,9	6,80±3,7
	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	7,17	4,58	24,54	11,87	39,00

NS- Não significativo (P>0,05). UFA- Unidades de Fitase.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos tratamentos sobre os valores de pH inicial e final, perda de líquido no cozimento e perda de água por gotejamento.

Os valores de pH da carne suína encontrados neste trabalho se assemelham aos apresentados por Ellis e McKeith (2000), Benevenuto. et al. (2001) e Souza et al (2008) que, medindo o pH no músculo *Longissimus dorsi* dos suínos no dia zero após o abate, referiram um valor médio de 6,53, e não verificaram diferença nos tratamentos testados. Resultados similares foram reportados também por Edmonds e Arentson (2001) que, ao submeterem suínos na fase de terminação sem suplementação de minerais e vitaminas na dieta, mencionaram não haver diferenças na qualidade da carne, nos aspectos relacionados ao pH, concluindo que embora a enzima fitase ajude na liberação de diferentes minerais presos no ácido fítico das dietas não produz variações no pH da carne, o que conseqüentemente leva a um aumento da retenção da água. O pH pode exercer influencia direta ou indireta sobre as diversas características de qualidade da carne, tais como cor, capacidade de retenção de água, maciez, suculência e sabor (RUBERSAM, 2000)

Em relação ao sexo para as características de pH inicial e final e de perda de água não foram encontrados efeito ($P>0,05$).

Os resultados observados para marmoreio, maciez e oxidação lipídica não apresentaram diferenças significativas (Tabela 8).

Tabela 8 – Medias e desvios-padrão observados para marmoreio (MARM), força de cisalhamento (FC), e oxidação lipídica (TBA) da carne de suínos, de acordo com o nível de inclusão de fitase na ração e do sexo.

Tratamentos	MARM	Parâmetros	
		FC (kgf)	TBA (mg/kg)
UFA			
0	1,56±0,2	4,79±1,0	0,16±0,02
500	1,57±0,1	4,81±1,2	0,23±0,07
1000	1,70±0,3	4,70±1,4	0,15±0,04
1500	1,67±0,2	4,34±0,8	0,18±0,04
	NS	NS	NS
Sexo			
Macho	1,66±0,2	4,40±1,0	0,17±0,05
Fêmea	1,59±0,1	4,92±1,1	0,19±0,06
	NS	NS	NS
CV(%)	14,41	23,94	20,49

NS- Não significativo ($P>0,05$). UFA- Unidades de Fitase.

Edmons e Arentson (2001) ao submeterem suínos na fase de terminação sem suplementação de minerais e vitaminas na dieta, mencionaram não haver diferenças na qualidade da carne, nos aspectos relacionados ao pH, à cor, à firmeza e à força de cisalhamento. Similares resultados foram verificados por Souza (2008) alimentando suínos em terminação com fitase 500 UF e diferentes inclusões de suplemento micro mineral e com e sem fósforo inorgânico.

A maciez é tratada como um atributo da textura (BOURNE, 2002), ela é quantificada pela força de cisalhamento assim, entre maior é a força de cisalhamento mais dura é a carne, qualquer fator que contribua para a textura final da carne terá um impacto sobre a sua maciez. No entanto, devido à complexidade dos músculos e tecidos associados, a maciez é influenciada por grande variedade de fatores, entre outros o tamanho do feixe de fibras musculares e do tecido conectivo. O tamanho dos feixes de fibras musculares não é apenas determinado pelo número de fibras, mas também pelo diâmetro dessas. Assim, duas estruturas na carne são diretamente responsáveis pelo seu grau de maciez: o tecido conectivo e as fibras

musculares, descartando qualquer responsabilidade da ação das diferentes inclusões de fitase sobre o parâmetro.

Em relação ao sexo para as características de maciez, marmoreio e oxidação lipídica não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$).

CONCLUSÕES

A adição de fitase em dietas de suínos em terminação com alto teor de ácido fitico, proveniente do farelo de gérmen de milho desengordurado, não resultou em melhora das características de desempenho, carcaça e carne, porém no nível de 998,24 UFA a enzima determinou menor presença de fósforo nas fezes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R.F.; LOPES, E.L.; NUNES, R.C. et al. Metabolismo do ferro em suínos recebendo dietas contendo fitase, níveis reduzidos de fósforo inorgânico e sem suplemento micro mineral e vitamínico. **Ciência Rural**, v.37, n.4, p.1097-1103, 2007.

BAKER, H. Phytase effects on protein, energy and trace-mineral utilization of swine and poultry. In: BASF TECHNICAL SYMPOSIUM, 16., 1998, Durham. **Proceeding...** Durham: BASF, 1998. p.48-62.

BENEVENUTO JR., A.A.; GOMIDE, L.A.M.; LOPES, P.S. et al. Avaliação da eficiência de alguns indicadores na avaliação da qualidade da carne suína. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: CTC/ITAL, 2001. 470 p.

BIEHL, R.R., BAKER, D.H. Efficacy of supplemental 1ahydroxicholecalciferol and microbial phytase for young pigs fed phosphorus or aminoacid-deficient corn-soybean meal dietas. **Journal of Animal Science**,v. 74p.2960-2966, 1996.

BOCCARD, R.; BUCHTER, L.; CASSELS, E. et al. Proceedings for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. **Beef Production Program: Report of a working group in the Commission of the European Communities**. 1981

BOURNE, M.C. **Food texture and viscosity:concept and measurement**.2.ed. New York: Academic Press inc, 2002. 436p.

BOUTON P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. **Journal of Food Science**, v.36, p.435-439, 1971.

BRAITHWAITE, G.D. Endogenous fecal losses of phosphorus in growing lambs and the calculation of phosphorus requirements. **Journal of Agriculture Science.**, v.105 , p.67-72, 1985.

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

BUZEN, S. Recentes avanços na nutrição de suínos. In: SIMPOSIO BRASIL SUL DE SUÍNOCULTURA, n., 2008, Chapecó. **Anais...** Chapecó

CHANNON, H. A.; PAYNE, A.M.; WARNER, R.D. Halothane genotype, preslaughter handling and stunning method all influence pork quality. **Meat Science**, Barking, v.56, p.291-299, 2000.

CHEN, P.S.; TORIBARA, T.Y.; WARNER, H. Microdetermination of phosphorus. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 1756-1758, 1956.

CONTE, J.A. **Valor nutritivo do farelo de arroz integral em rações para frangos de corte, suplementadas com fitase e xilanase**. 2000. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2000. Lavras.

CORASSA, A. **Efeito da ractopamina e fitase sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação**. 2007. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

CRACKEL, R.L.; GRAY, I.J. ; PEARSON, A.M. et al. Some further observations on the TBA test as an index of lipid oxidation in meats. **Food chemistry**, v.28, p.187-196, 1988.

CROMWELL, G.L., COFFEY, R.D., MONEGUS, H.J. et al. Efficacy of low-activity, microbial phytase in improving the bioavailability of phosphorus in corn-soybean meal diets for pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, n.2, p.449-456, 1995.

de LANGE, C.F.M., ZHU, C.H, NIVEN, S, COLUMBUS, D. et al. Swine liquid feeding: Nutritional considerations. In Proceedings from the 2006 Western Nutrition Conference, Winnipeg, MB, Canada.

de LUCA, H.F. The vitamin D system in the regulation of calcium and phosphorus metabolism. **Nutrition Review**, v.37, p.161-193, 1979.

EDMONDS, M.S.; ARENTSON, B.E. Effect of supplemental vitamins and trace minerals on performance and carcass quality in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.79, p. 141-147, 2001.

ELLIS, M.; McKEITH, F. Nutritional influences on pork quality, 2000. Disponível em: <http://pork@nppc.org.htm>. Acesso em: 30 jul. 2008.

FIGUEIRÊDO, A.V. Disponibilidade biológica de fósforo de cinco fosfatos, determinada com suínos em crescimento, através da técnica de diluição isotópica. 1998. Tese (Doutorado). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

FIGUEIRÊDO, A.V.; FIALHO, E.T.; VITTI, D.M.S.S. et al. Ação da fitase sobre a disponibilidade biológica do fósforo, por intermédio da técnica de diluição isotópica, em dietas com farelo de arroz integral para suíno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.177-182, 2000.

GANONG, W.F. **Fisiologia médica**. 3.ed. São Paulo: Atheneu, 1977.

GEBERT, S.; BEE, G.; PFIRTER, H.P. et al. Phytase and vitamin E in the feed of growing pigs: I. influence on growth, mineral digestibility and fatty acid in digest. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 81, p.9-19, 1999a.

GEBERT, S.; BEE, G.; PFIRTER, H.P. et al. Phytase and vitamin E in the feed of growing pigs: II. influence on carcass characteristics, meat and fat quality. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.81, p. 20-30, 1999b.

GHIRETTI, G.P.; ZANARDI, E.; NOVELLIE, E. et al. Comparative evaluation of some antioxidants in salami milano and mortadella production. **Meat Science**, v. 47, n.1/2, p.167-176, 1997.

GRAF, E.; EATON, J.W. Antioxidant functions of phytic acid. **Free Radical Biology e Medicine**, v.8, n.1, p.61-69, 1990.

GUIDONI, A.L. Melhoria de processos para tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE A QUALIDADE DE CARNE SUÍNA. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2000. P.221-234.

GÜRTLER, L., KETZ, H.A., KOLB, E. et al. **Fisiologia veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1984.

HARBACH, A.P.R.; COSTA, M.C.R.; SOARES, A.L. et al. Dietary corn germ containing phytic acid prevents pork meat lipid oxidation while maintaining normal animal growth performance. **Food Chemistre**, v.100, p. 1630-1633, 2006.

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**, v.75, n.12, p.3174-3186, 1997.

HOFFBRAND, A.V.; MOSS, P.A.H.; PETTIT, J.E. et al. **Fundamentos em hematologia**. 4.ed. São Paulo: Artmed, 2004. 358p.

KIES, A. K. Phytase: mode of action. COELHO, M. C.; KORNEGAY, E. T. Phytase in animal nutrition and waste management: **BASF Reference Manual 1996**. New Jersey: BASF, p.205-212, 1996.

LEI, X.G., KU, P.K., MILLER, E.R. et al. Supplementing corn-soybean meal diets with microbial phytase linearly improves phytate phosphorus utilization by weaning pigs. **Journal of Animal Science**, v.71, n.12, p.3359-3367, 1993.

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

LOPES, J.B. **Avaliação da absorção real e das perdas endógenas de fósforo em suínos pela técnica de diluição isotópica**. 1998. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo.

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

LUDKE, M.C.M.M.; LÓPEZ, J.; LUDKE, J.V. et al. Utilização da fitase em dietas com ou sem farelo de arroz desengordurado para suínos em crescimento/terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n5,p.2002-2010, 2002a.

LUDKE, M.C.M.M.; LÓPEZ, J.; LUDKE, J.V. Fitase em dietas para suínos em crescimento. I. Impacto ambiental, **Ciência Rural**, v.32, n.1,p.97-102, 2002b.

LUDKE, M.C.M.M.; LÓPEZ, J.; LUDKE, J.V. Fitase em dietas para suínos em crescimento. II. Parâmetros de carcaça e ossos, **Ciência Rural**, v.32, n.1,p.103-108, 2002c.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicação**. 2.ed. São Paulo: Potafós, 1992. 234p.

MATSUI, T.; NAKAGAWA, Y.; TAMURA, A. et al. Efficacy of yeast phytase in improving phosphorus bioavailability in a corn-soybean meal-based diet for growing pigs. *Journal of Animal Science*, v.78, p.94-99, 2000.

McDOWELL, L.R. **Mineral in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press. 1992.

MINIHANE, A.M.; RIMBACH, G. Iron absorption and the iron binding and anti-oxidant properties of phytic acid. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 37, n.7, p.741-748, 2002.

MOREIRA, J.A.; VITTI, D.M.S.S.; TRINIDADE NETO, M.A. et al. Phytase enzyme in diets containing defatted rice bran for growing swine. **Scientia Agricola**, v.60, n.4, p.631-636, 2003

MOREIRA, J.A.; VITTI, D.M.S.S.; LOPES, J.B. et al. Fluxo biológico do fósforo no metabolismo de suínos alimentados com dietas contendo fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2066-2075, 2004.

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**, v.72, n.1, p.126-132, 1994.

NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL. **Procedures to evaluated market**. 3.ed. Des Moines, Iowa, 1991

NATIONAL RESEARCH COUNCIL . **Nutrient requirements of swine**. 10.ed. Washington: National Academy Press. 1998.

NEWMANN, C.W. The U.S. market for feed enzymes: what opportunities exist? ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 10, 1994, Nicholasville. Proceeding... Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1994. p.99-116.

NUNES, R.C. **Retirada dos suplementos micro mineral e/ou vitamínico da ração de suínos em fase de terminação. Parâmetros eritroleucométricos e bioquímico-séricos**. 2000. Tese (Doutorado-produção animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP.

OLIVEIRA, A.P.A, **Desempenho e avaliação da carcaça de suínos em terminação recebendo ração com fitase associada a retirada de microminerais, vitaminas e fósforo inorgânico**. 2006. Dissertação (Mestre-ciencia animal) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás.

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

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

POINTILLART, A. Enhancement of phosphorus utilization in growing pigs fed phytase-rich diets by using rye bran. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 69, p.1109-1115, 1991.

QUIAN, H., KORNEGAY, E.T., CONNER Jr., 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**, v.74, n.6, p.1288-1297, 1996.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: UFV, 2007. 599p.

RÜBERSAM, J.M. Transformações *post-mortem* e qualidade da carne suína. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000, Concórdia. **Anais eletrônicos...** Concórdia: EMBRAPACNPSA, 2000.

SANTOS, S.P. dos; NUNES, R.C; LOPES, E.L. et al. Retirada do suplemento micro mineral, redução de fósforo inorgânico e adição de fitase em rações de suínos na fase de terminação. **Ciencia Animal Brasileira**, v.9,n.3,p.663-671.2008.

SELLE, P.H., RAVINDRAN, V., CADOGAN, D.J. et al. The role of microbial phytases in poultry and pig production. In: AUSTRALIAN POULTRY AND FEED CONVENTION, 10., 1996, Melbourne. **Proceedings ...** Melbourne: APFC, 1996. p.219-224.

SHELTON, J.L.; SOUTHERN, L.L.; BIDNER, T.D. et al. Effects of microbial phytase on energy availability, and lipid and protein deposition in growing swine. **Journal of Animal Science**. V.81, p.2053-2062, 2003.

SHELTON, J.L.; SOUTHERN, L.L.; LEMIEUX, F.M. et al. Effects of microbial phytase, low calcium and phosphorus, and removing the dietary trace mineral premix on carcass traits, pork quality, plasma metabolites, and tissue mineral content in growingfinishing pigs.

Journal of Animal Science, v. 82, p. 2630-2639, 2004.

SILVA, F.C.da **Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 370p.

SIMONS, P.C.M.; VERSTEEGH, H.A.J.; JONGBLOED, A.W. et al. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. **Brazilian Journal of Nutrition**, v.64, n.2, p.525-540, 1990.

SOARES, A.L. **Ação de ácido fítico e vitamina E na oxidação lipídica e aroma de requeijado em filés de peito de frango**. 1998. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

SOUZA, C.M.de.; NUNES, R.C da.; MATOS, M.P.C. et al. Efeito da remoção de suplementos microminerais e vitamínicos, associada a redução do fósforo e adição da fitase sobre a vida de prateleira da carne suína refrigerada. **Ciencia Animal Brasileira**, v,9, n.3, 2008.

TARLADGIS, B.G.; PEARSON, A.M.; DUGAN JR., L.R. Chemistry of the 2-thiobarbituric test for determination of oxidative rancidity in foods. II. Formation of the TBA-malonaldehyde complex without acid-heat treatment. **Journal of Food Science Agriculture**, v.5, p.602-604, 1964.

THOMPSON, D.B.; ERDMAN, J.W. Phytic acid determination in soybeans. **Journal of Food Science**, v.47, n.2, p.513-517, 1982.

UNDERWOOD, E.J. **The mineral nutrition of livestock**. 2.ed. London: Commonwealth Agricultural Bureaux.1981.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. 1997. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG. 150p.

WARNER, R.D.; KAUFFMAN, R.G.; GREASER, M.L. Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. **Meat Science**, v.45, n.3, p.339-352, 1997.

YI, Z., KORNEGAY, E.T., RAVINDRAN, V. et al. 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, n7, p.1601-1611, 1996.

YOUNG, G.L., LEUNISEN, M., ATKINSON, J.L. Addition of microbial phytase to diets of young pigs. **Journal of Animal Science**, v 71, n8, p.2147-2150, 1993.