

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**POLPA CÍTRICA E COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA SUÍNOS
NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Alessandro Borges Amorim

Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

POLPA CÍTRICA E COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA SUÍNOS
NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

Alessandro Borges Amorim

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Câmpus de Jaboticabal – UNESP, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Junho de 2009

A524p Amorim, Alessandro Borges
Polpa Citrica e complexo enzimático para suínos nas fases de crescimento e terminação / Alessandro Borges Amorim. -- Jaboticabal, 2009
xii, 89 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009
Orientador: Maria Cristina Thomaz
Banca examinadora: Otto Mack Junqueira, Jacinta Diva Ferrugem Gomes

Bibliografia

1. Alimentos alternativos. 2. Leitões. 3. Fibra. 4. Viabilidade econômica. I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.4.636.087

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação - Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ALESSANDRO BORGES AMORIM – nascido na cidade de Brasília – DF em 30 de outubro de 1983. Graduiu-se em Zootecnia pela Faculdade da Terra de Brasília em fevereiro de 2006. Iniciou o curso de Pós-graduação – *Lato Sensu*, em produção de suínos, pela Universidade Federal de Lavras em março de 2006, tornando-se especialista em novembro de 2008. Em março de 2007 foi aprovado para o curso de Mestrado no programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Câmpus de Jaboticabal.

O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.

José de Alencar

Dedico

*Aos meus pais Bivaldo e Zilda, que sem
dúvida nenhuma foram meu ponto de
equilíbrio, exemplo, fraternidade, carinho,
admiração e amor sempre me apoiando em
todos os momentos da minha vida.*

*Ao meu irmão e a minha
afilhada/sobrinha Leandro e Sophia que
apesar da distância, sempre estiveram
em meus pensamentos e no meu
coração.*

AMO MUITO VOCÊS!

*“Que teu coração deposite toda a sua confiança no Senhor!
Não te firmes em tua própria sabedoria! Sejam quais forem os
teus caminhos, pensa nela, e ele aplinará tuas sendas”*

Provérbios 3

v. 5 e 6

Ofereço

*A todos aqueles que um dia
acreditaram no meu potencial.*

*Aos meus avós, que mesmo não estando
presentes, contribuíram para o meu sucesso, e
sempre estarão me olhando.*

*Aos meus tios e tias, que sempre buscaram me
encorajar.*

*A minha orientadora, Profa. Dra. Maria
Cristina Thomaz, por todo o conhecimento adquirido.*

*A minha namorada, por todo incentivo,
dedicação, compreensão e apoio. Amo muito
você...*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me proporcionar cada minuto da minha vida, sem ti Senhor nada seria possível, meu sonho não tornaria realidade.

À minha namorada, Juliana, por me apoiar, me dando força nesses últimos dias e contribuir com êxito nesta jornada, você sempre ficará guardada no meu coração.

À todos os meus tios, Beroaldo (Jacaré), Bolívar (Dog) e José Carlos (Tio Zé).

À todos as minhas tias, Aladia, Valdete, Maria, Rita e Nazaré.

À todos os meus primos e primas, Flávio Henrique, Sandra, Cidão, Kamylla, Zezinho, Jando, Regilene, Dudu, Amanda, Marcelo, Felipe, Marcos, Cristina, Lala, Regina, Joely, Rodrigo, Cleidiane e Cledson,

À família Amorim e Borges.

Ao meu sogro e sogra, Sergio e Regina, por terem me acolhido em sua casa, proporcionando-me um ambiente familiar.

Aos amigos (as) e companheiros, Pocoto, Gão, Pedão, Divina, Kasiano, Titico, Vê, Tatá, Fe, Claudinho, Claudiane, que mesmo longe continuaram apreciando minhas visitas e me dando força e esperança.

À Profa. Cristina, por me ensinar e me mostrar os caminhos dos artigos e resumos, corrigindo assiduamente meu trabalho; exemplo de profissional e sobretudo de respeito ao próximo.

Aos amigos e companheiros de orientação: Juliana Martinez, Fabrício Faleiros, Guido Masson, Susana Silva, Urbano Ruiz, Leonardo Pascoal, Everton Daniel, Camila de Souza, Pedro Watanabe, José Cristani, por todas as dificuldades, aulas, correções, congressos e confraternizações juntos. Aprendi muito, com cada um de vocês.

À todos do grupo SUINESP, tantos os antigos como os atuais.

Ao todos os estagiários, que me ajudaram no trabalho de campo e de laboratório, sempre presentes e dispostos a ajudar.

Ao Prof. Dr. Otto Mack Junqueira, pela ajuda nas correções desta dissertação e pelas dicas e sugestões.

À Profa. Dra. Vera Maria Barbosa de Moraes, por participar da Comissão Examinadora do projeto e contribuir com a aprovação deste trabalho.

À Prof. Dr. Danísio Prado Munari, por participar da Qualificação desta Dissertação e contribuir com as análises estatísticas.

À Profa. Jacinta Diva Ferrugem Gomes, por aceitar o convite para participar da banca examinadora. Tenho certeza que vamos enriquecer ainda mais este trabalho.

Aos amigos e companheiros do setor de suinocultura, Sr. Wilson e José (Zé), por toda a ajuda nos experimentos e pelas longas horas de diversão e aprendizado.

À Dona Sandra e Sr. Wilson (Paratudo) pelas ótimas realizações. Adoro vocês.

Aos meus primeiros companheiros de casa Guido e Jefferson, pela força e adaptação em Jabuka.

Aos meus companheiros estrangeiros Wilson e Raul, pelas muitas horas de espanhol e entretenimento no xadrez.

Aos amigos e amigas: Mariana (bis), Mariana, Maria Fernanda, Rafael, Juliana, Daniel, Josemi, Adriane, Henry, Verônica, Juana, Naldinho, Naison, Vidal, Santo Mé, Gringo, Guilherme, Katatau, Tigrão, Felipe, Leilane, Jefferson, Diego, Dani, Ayme, Daphne, Simara, Jacinto, Pastel, Vivian, Pastel, Yuli, Mariani, Camila e Bruna.

À galera do futebol de todas as sextas. Relaxamento, distração e muitas risadas.

À Cida, por sempre estar disposta a lavar minhas roupas, parte muito difícil, depois de muitas horas de trabalho, no setor de suínos.

Aos funcionários da UNESP – Jaboticabal e da FUNEP, em especial ao Sr. Orlando (Orlandinho), Ana Paula, Fieno, Joãozinho e Ludo.

À FCAV-Jaboticabal e ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia.

Ao CNPq, por tornar realidade esse projeto, através de seu financiamento e pela bolsa concedida durante o curso.

As empresas Adisseo: Brasil e M. Cassab, pelo apoio neste trabalho.

Um homem não vive sem amizades!

Espero eu tenha conseguindo transmitir algo de bom a cada um de vocês.

Deixo aqui registrado, com muito orgulho e amor,

Meu MUITO OBRIGADO!!!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	3
<i>Fibra na nutrição de suínos.....</i>	<i>3</i>
<i>Polpa cítrica na alimentação de suínos.....</i>	<i>4</i>
<i>Enzimas na alimentação de suínos.....</i>	<i>5</i>
<i>Qualidade de carcaça.....</i>	<i>7</i>
<i>Viabilidade econômica.....</i>	<i>7</i>
REFERÊNCIAS.....	9
CAPÍTULO 2 – DIGESTIBILIDADE DA POLPA CÍTRICA PARA SUÍNOS.....	16
RESUMO.....	16
ABSTRACT.....	17
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	19
<i>Instalações, animais e dietas experimentais.....</i>	<i>19</i>
<i>Delineamento experimental e análises estatísticas.....</i>	<i>22</i>
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS.....	27
CAPÍTULO 3 – POLPA CÍTRICA E COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO: DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA.....	31
RESUMO.....	31
ABSTRACT.....	32
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAL E METÓDOS.....	35

<i>Instalações, animais e dietas experimentais</i>	35
<i>Desempenho</i>	36
<i>Digestibilidade das rações</i>	36
<i>Manejo de abate</i>	40
<i>Delineamento experimental e análises estatísticas</i>	42
RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
<i>Desempenho</i>	43
<i>Digestibilidade das rações</i>	47
<i>Características de carcaça</i>	57
CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS	62
CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE POLPA CÍTRICA COM OU SEM A ADIÇÃO COMPLEXO ENZIMÁTICO NAS DIETAS DE SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO.	74
RESUMO	74
ABSTRACT	75
INTRODUÇÃO	76
MATERIAL E MÉTODOS	77
RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
CONCLUSÕES	84
REFERÊNCIAS	85
CAPÍTULO 5 – IMPLICAÇÕES	86

POLPA CÍTRICA E COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

RESUMO - Foram conduzidos dois ensaios para avaliar a utilização de polpa cítrica, com ou sem a adição do complexo enzimático, nas dietas de suínos nas fases de crescimento e terminação. O primeiro ensaio teve o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade da polpa cítrica e foram utilizados 16 suínos, com peso inicial de $30,42 \pm 2,44$ kg, os quais foram alojados em gaiolas de estudos metabólicos. Por apresentar 1677 kcal de EM/kg, 23,09% de FDN e 18,47% de FDA, a polpa cítrica mostrou-se um ingrediente viável de ser utilizado nas rações de suínos. No segundo ensaio, foram utilizados 72 suínos, com peso inicial de $25,71 \pm 7,51$ kg e final de $98,81 \pm 10,64$ kg, que receberam rações contendo diferentes níveis de polpa cítrica (0, 5, 10 e 15%), com ou sem a adição do complexo enzimático, sendo avaliados quanto ao desempenho, digestibilidade das dietas, características das carcaças e avaliação econômica do uso das dietas. Conclui-se que a inclusão de até 15% de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático nas dietas para suínos, dos 70 aos 130 dias de idade, diminui o CDR e melhora a CA, porém, os animais apresentam respostas adaptativas no período total do experimento, não sendo observadas diferenças no desempenho. A digestibilidade dos nutrientes não é modificada, na ausência do complexo enzimático, sendo que na presença do produto, há melhora na digestibilidade de todos os nutrientes. As características de carcaça não são influenciadas pelos níveis de polpa cítrica, exceto o rendimento de carcaça, que diminui linearmente. A relação gordura/carne também diminui linearmente, à medida em que aumentam os níveis de polpa cítrica, na ausência do complexo enzimático. Na presença do produto, a relação gordura/carne, apresenta comportamento quadrático e o nível de 7,78% de polpa cítrica, determina a melhor relação. A utilização de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático, não consegue reduzir os custos com alimentação.

Palavras-chave: Alimentos alternativos, leitões, fibra, viabilidade econômica

CITRUS PULP AND ENZYME COMPLEX FOR PIGS DURING THE GROWING AND FINISHING PHASES

ABSTRACT - Two experiments were conducted to evaluate the use of citrus pulp, with or without the addition of an enzyme complex, in the diets growing and finishing pigs. The first trial was to determine the digestibility coefficients of citrus pulp and 16 pigs were used, with initial weight of 30.42 ± 2.44 kg, which were housed in cages for metabolic studies. To present 1677 kcal / kg, 23.09% neutral detergent fiber and 18.47% acid detergent fiber, the citrus pulp was a viable ingredient to be used in the feed for pigs. In the second trial, 72 barrows, were used with initial weight of 25.71 ± 7.51 kg and final weight of 98.81 ± 10.64 kg, which received diets containing different levels of citrus pulp (0, 5, 10 and 15%), with or without the addition of an enzyme complex, and were assessed for performance, digestibility of diets, carcass characteristics and economic evaluation about the use of diets. Conclude that inclusion of up to 15% of citrus pulp with or without the addition of the enzyme complex in diets for pigs from 70 to 130 days of age, decrease the CDR, and improves the CA, however, the animals showed adaptive responses in the total experiment, no differences being observed in performance, being what the digestibility of nutrients was not modified in the absence of the enzyme complex. In the presence of the product, there is improvement in the digestibility of all nutrients. The carcass characteristics are not influenced by levels of citrus pulp, except the carcass yield, which decreases linearly. The fat/meat relationship also decreases linearly, as they increase the levels of citrus pulp in the absence of the enzyme complex. In the presence of the product the fat/meat relationship has a quadratic behaviour and the level of 7.78% citrus pulp, provides the better relation. The use of citrus pulp with or without the addition of the enzyme complex, unable to reduce the cost of food.

Keywords: Alternative feed, economic viability, fiber, piglets

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO

O aumento da população humana e conseqüentemente, a elevação na demanda por alimentos para satisfazer as necessidades de consumo, levam os cereais empregados na alimentação animal, a serem cada vez mais destinados à alimentação humana, diminuindo assim, a disponibilidade para as rações animais. Outro desafio é a busca por energia limpa e o milho vem sendo utilizado para produção deste tipo de energia, o que aumenta ainda mais a demanda pelo produto, gerando grandes dificuldades para o setor suinícola, uma vez que, este cereal representa cerca de 70% das dietas desses animais. Assim, é necessário e importante que se encontre ingredientes alternativos para solucionar ou pelo menos amenizar essa dependência, visando também, melhorias na qualidade da carne e menor impacto ambiental.

Nesta busca por novos ingredientes, o Brasil se destaca por ser um dos maiores produtores de citros do mundo (ABECitrus, 2009), sendo 75% da produção consumida na forma de suco. Assim, há grande disponibilidade de resíduos das indústrias, sendo a mais conhecida a polpa cítrica (PC), que apresenta custo relativamente baixo, dependendo da época do ano, com valores nutricionais favoráveis para utilização nas rações de suínos, tornando-se um possível substituto parcial ao milho.

A polpa cítrica é pobre em proteína e com perfil de carboidratos muito diferente dos ingredientes normalmente utilizados na alimentação de suínos. Pode ser considerada como ingrediente energético, mas praticamente não contém amido como carboidrato (FRANZOLIN & FRANZOLIN, 2000). Devido às diferentes origens de produção da polpa cítrica, a composição química, a palatabilidade e o seu valor nutricional, podem variar consideravelmente.

A utilização desse ingrediente alternativo pode diminuir os custos com rações, porém por ser menos digestível que o milho e apresentar quantidades variáveis de polissacarídeos não amiláceos (PNAs), pode causar efeitos negativos no consumo

alimentar voluntário, alterações fisiológicas (OWUSU-ASIEDU et al., 2006), o que pode afetar a utilização dos nutrientes (LI et al., 1996). Assim, a inclusão nas rações de um suplemento apropriado de enzimas exógenas, pode tornar seu uso mais atrativo na suinocultura, tendo como objetivo incorporar nas dietas, matérias primas de baixa qualidade, melhorar o aproveitamento das existentes, o que pode reduzir a poluição ambiental (NERY et al., 2000), complementar a produção das próprias enzimas digestivas do suíno e aumentar a digestibilidade da fibra dos componentes da dieta (INBOOR et al., 1993).

Com a tendência de melhorar a qualidade da carcaça, várias empresas processadora de carne, vêm buscando aumentar o peso de abate e a deposição de carne magra na carcaça, por meio da utilização nas rações de ingredientes fibrosos e ou resíduos do processamento de alimentos, como cascas e bagaços (CLOSE, 1994), melhorando a eficiência no processo dos frigoríficos, possibilitando o desenvolvimento de novos cortes cárneos e produtos processados (POMAR et al., 2000).

Assim, o presente trabalho teve como objetivos avaliar a inclusão de diferentes níveis de polpa cítrica, consorciados ou não com um complexo enzimático, para suínos nas fases de crescimento e terminação, e avaliando a digestibilidade, o desempenho, a qualidade das carcaças e a viabilidade econômica.

REVISÃO DE LITERATURA

Fibra na nutrição de suínos

A capacidade do suíno degradar alimentos fibrosos, depende da idade, dos níveis dos outros nutrientes da dieta e do plano nutricional imposto à categoria animal que recebe esta fração (RIGO, 2001). CASTRO Jr. et al. (2005) justificaram ainda, que o tipo de fibra e a presença de fatores antinutricionais também influenciam esta degradação.

JENSEN (1998) e MEDEIROS & SANTIAGO (1998) referiram-se à fibra dietética, como polissacarídeos mais a lignina dos vegetais, que não podem ser digeridos por enzimas digestivas dos não ruminantes. Substâncias como a celulose, β -glucanas, pentose (arabinose, xilose), manose, deoxihexose (ramnose e fucose), substâncias pécnicas, são denominados polissacarídeos não amiláceos (PNA's), que estão presentes nos cereais, sendo suas unidades formadoras unidas por ligações do tipo beta (AACC, 2001).

As fibras podem ser classificadas de acordo com sua estrutura em polissacarídeos e em função de sua solubilidade em água e de seu grau de fermentação, em solúveis e insolúveis. Enquanto a fração solúvel é composta por substâncias pécnicas, β -glucanas e gomas, a insolúvel é constituída por celulose, lignina e hemicelulose (GUERRA et al., 2004).

As fibras solúveis se caracterizam por serem degradadas no intestino grosso, possuírem alto grau de fermentação, aumentarem o volume das fezes, poderem aumentar o crescimento microbiano, retardarem o esvaziamento gástrico e diminuir o trânsito intestinal (BEDFORD & CLASSEN, 1992). A fração insolúvel, devido às suas características físico-químicas, promove diminuições no tempo de retenção da digesta e na absorção de nutrientes, e aumento da capacidade de retenção de água (MONTAGNE et al., 2003).

As fibras são passíveis de hidrólise nos segmentos intestinais, por meio de fermentação microbiana nos animais não ruminantes (BEDFORD, 1995; AACC, 2001) e de acordo com JENSEN (1998) e FREIRE (2003), podem ser degradadas em ácidos

graxos de cadeias curtas (AGCC), principalmente acetato, propionato e butirato, que são absorvidos rapidamente pelo intestino e podem fornecer até 30% da energia requerida pelo suíno (VAREL & YEN, 1997; NRC, 1998). Entretanto, a energia oriunda dos AGCC é menor do que a obtida por meio da degradação enzimática e absorção de carboidratos no intestino delgado. Estas diferenças estão relacionadas com perdas durante o processo de fermentação, em que há produção de CH₄, H₂ e calor e pela menor eficiência na utilização dos AGCC no metabolismo intermediário dos animais (DIERICK et al., 1989; VAREL & YEN, 1997).

A possibilidade de se aumentar o uso de subprodutos de elevado teor de fibra e forragens na produção de suínos, tem sido estudada por diversos pesquisadores (BERTOL & LIMA, 1999; OLIVEIRA et al., 2001; SARAIVA et al., 2006; SILVA et al., 2006; WATANABE et al., 2007). Os resultados observados por estes autores estão de acordo com os obtidos anteriormente por CLOSE (1994), nos quais fêmeas adultas e suínos na fase de terminação foram mais aptos em utilizarem fibra, do que aqueles desmamados ou na fase de crescimento.

Embora ANDERSON & LINDBERG (1997) tenham afirmado que a utilização de fibra na alimentação animal é conveniente dos pontos de vista econômico e de bem-estar, NOBLET & PEREZ (1993) indicaram que sua inclusão pode ser indesejável pelos efeitos negativos sobre as digestibilidades dos demais nutrientes e da energia. A presença de PNA's é considerada um fator antinutricional, pois esses componentes, quando dissolvidos em água, produzem soluções viscosas que influenciam a digestão e a absorção do amido, dos lipídios e da proteína no intestino delgado (CHOCT, 1997).

Polpa cítrica na alimentação de suínos

Vários subprodutos agroindustriais resultantes da colheita e do beneficiamento de alimentos são gerados no Brasil, com possibilidade de uso na alimentação animal. Pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de estudar as melhores opções de inclusão destes subprodutos nas rações de suínos, visando propiciar bom desempenho produtivo. Além disto, estes podem reduzir o custo com a alimentação, resultando dessa forma, em maior lucratividade ao produtor.

A polpa cítrica compreende resíduos da indústria de sucos, sendo, no Brasil, proveniente principalmente do processamento da laranja. Devido às suas particulares características físicas e químicas e aos resultados das avaliações nutricionais, este subproduto vem demonstrando grande potencial de utilização nas dietas de animais monogástricos, em substituição parcial aos grãos de cereais (FIALHO, 2004).

De acordo com WATANABE (2007), os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cálcio (Ca) e fósforo (P) da polpa cítrica são: 89,10; 6,35; 18,85; 14,32; 1,67 e 0,75 %, respectivamente, apresentando como característica, o elevado teor de fibra solúvel em detergente neutro (41,18%). A pectina é o principal componente da fração solúvel da fibra, sendo esta um polímero de ácido galacturônico.

MEJÍA et al. (2001) ao avaliarem os efeitos de cinco níveis (0, 5, 10, 15 e 20%) de inclusão de polpa cítrica na dieta de suínos em terminação, sobre o consumo diário de ração, o ganho diário de peso e a conversão alimentar, observaram que houve ganhos satisfatórios com a inclusão de até 5%, com maior consumo de alimento sem afetar a conversão alimentar, enquanto o nível mais alto de polpa, causou quedas de consumo e de ganho de peso.

WATANABE et al. (2007) observaram que a inclusão de diferentes níveis de polpa cítrica (0, 10, 20 e 30%) nas dietas de suínos em terminação, não apresentaram efeitos sobre a conversão alimentar e o consumo total de ração nos níveis utilizados, porém, houve maior ganho diário de peso ao nível de 10,79% de inclusão.

Enzimas na alimentação de suínos

A utilização de enzimas na alimentação de suínos vem sendo pesquisada, buscando incorporar às rações, matérias primas de baixa qualidade, melhorar o aproveitamento das existentes ou diminuir o impacto ambiental dos dejetos dos suínos.

Enzimas são proteínas globulares, de estruturas terciária e quaternária, que agem como catalisadores biológicos, aumentando a velocidade das reações químicas no organismo, sem serem elas próprias, alteradas neste processo (CHAMPE & HARVEY, 1989), sendo altamente específicas para os substratos. As enzimas

digestivas têm um sítio ativo que permite que atuem na ruptura de uma determinada ligação química, sob condições favoráveis de temperatura, pH e umidade (PENZ Jr., 1998). Existem enzimas que não são secretadas por não ruminantes, mesmo na presença de substrato e entre elas podem ser citadas: celulase, hemicelulase, pentosanase, beta-glucanase, xylanase, galactosidase, fitase e pectinase, as quais não são secretadas porque o código genético dos monogástricos, não dispõe da indicação para sua síntese (HENN, 2002).

De acordo com GUENTER (2002), os principais objetivos da suplementação das rações com enzimas, são: a remoção ou destruição dos fatores antinutricionais dos grãos, o aumento da digestibilidade total da ração, a potencialização da ação das enzimas endógenas e a diminuição da poluição ambiental causada por nutrientes excretados nas fezes.

A adição de enzimas exógenas, que degradam a fibra, as quais rompem a parede celular, permite que as enzimas endógenas do animal tenham acesso ao interior das células. Consequentemente, ocorre a liberação de nutrientes passíveis de absorção (GRAHAM, 1996), redução da viscosidade intestinal (CANTOR, 1995), o que melhora as digestões do amido e da proteína, e aumenta a metabolização da energia e o desempenho produtivo dos animais.

Assim, as enzimas são classificadas de acordo com o tipo de reação em que participam, tipo de atividade e substrato alvo. O termo mais correto de se utilizar é o de “produtos enzimáticos”, uma vez que as condições nas quais as enzimas são produzidas podem ser diferentes, o que resulta em produtos enzimáticos distintos. Com isso, pode-se afirmar que os diferentes produtos enzimáticos existentes no mercado, não são iguais e isto se deve a fatores específicos, inerentes às condições de fabricação das enzimas, tais como: tipo e cepa de microrganismo, meio de cultura utilizado, condições de fermentação e controle total dos processos de obtenção (LECZNIESKI, 2006).

LINDEMANN et al. (1997) observaram que a adição de enzimas exógenas (protease, celulase, α -galactosidase e amilase), em dieta composta principalmente por

milho e farelo de soja para suínos em crescimento e terminação, proporcionou melhorias no ganho diário de peso.

OMOGBENIGUN et al. (2004) trabalharam com suínos recebendo rações contendo milho, trigo, cevada, grão de soja ou ervilha, e adicionaram um complexo enzimático (xylanase, glucanase, amilase, protease, fitase, celulase, galactase, mananase, pectinase) nas dietas e observaram melhoras nas seguintes digestibilidades ileais: matéria seca, energia bruta, proteína bruta, amido e polissacarídeos não amiláceos.

Qualidade de carcaça

Existem vários fatores que interferem na qualidade da carcaça do suíno e dentre eles, a nutrição se destaca. Os nutricionistas buscam por animais que apresentem bom desempenho e ao mesmo tempo, excelente qualidade de carcaça. A utilização de rações de acordo com o sexo, altos níveis de aminoácidos sintéticos e fibra nas dietas, têm certamente melhorado o ganho em músculo (TEXEIRA, 1995).

Para estimular a produção de carcaças com maior aceitação no mercado, o sistema de tipificação de carcaças foi implantado no Brasil em 1982, sendo utilizado principalmente no sul do país (FÁVERO et al., 1997). Várias empresas estão bonificando o suinocultor por produzir carne com melhor qualidade (GUIDONI, 2000).

WATANABE (2007) trabalhando com polpa cítrica na alimentação de suínos abatidos aos 130 kg de peso e submetidos à restrição alimentar, verificou que a inclusão de 8,03% de polpa cítrica, proporcionou melhoras nas características das carcaças.

Viabilidade econômica

De maneira geral, dois pontos devem ser observados para se obter redução dos custos com a alimentação. Um refere-se ao emprego de ingredientes alternativos aos tradicionais, normalmente utilizados, como o milho e o farelo de soja, visando suas inclusões nas rações. Outro, diz respeito ao reconhecimento das potencialidades e restrições ao uso destes ingredientes alternativos nas rações para suínos nas diferentes

fases de produção (BELLAVÉR & LUDKE, 2004). Sempre que se pensar em utilizar ingredientes alternativos na alimentação de suínos, há que se fazer o balanço dos nutrientes oferecidos na dieta e o custo de produção destas, frente aos preços de mercado, devendo haver vantagem econômica para se realizar mudanças.

Os programas de formulação de rações a mínimo custo, têm a capacidade de considerar os nutrientes e a energia disponíveis nos ingredientes, as exigências em nutrientes do animal e por fim, estimar os preços para os quais os ingredientes alternativos podem ser usados.

REFERÊNCIAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. The definition of dietary fiber. **Cereal Food World**, Saint Paul, v. 46, n. 3, p. 112-126, 2001.

ABECitrus. Associação Brasileira de Exportadores de Cítricos. **A história da laranja e farelo de polpa cítrica (“Pellets”)**. Disponível em: <www.abecitrus.com.br>. Acesso em: 27 janeiro 2009.

ANDERSON, C.; LINDBERG, J. E. Forages in diets for growing pigs. 2. Nutrient apparent digestibilities and partition of nutrient digestion in barley-based diet including red-clover and perennial ryegrass meal. **British Society of Animal Science**, London, v. 65, n. 3, p. 493-500, 1997.

BEDFORD, M. R.; CLASSEN, H. L. An *in vitro* assay for prediction of broiler intestinal viscosity and growth when fed rye-based diets in the presence of exogenous enzymes. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, p. 137-143, 1992.

BEDFORD, M. R. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feeds enzymes. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 53, n. 2, p. 145-155, 1995.

BELLAVER, C.; LUDKE, J. Considerações sobre os alimentos alternativos para dietas de suínos. In: ENIPEC, 1., 2004, Cuiabá: **PALESTRAS ENIPEC**, 2004. CDROM.

BERTOL, T. M.; LIMA, G. J. M. M. Níveis de resíduo industrial de fécula da mandioca na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 243-248, 1999.

CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidades para

uso no Brasil. In: RONDA LATINO AMERICANA DE BIOTECNOLOGIA, 5., 1995, Curitiba, **Anais...** Curitiba: Alltech, 1995. p. 31-42.

CASTRO Jr., F. G.; CAMARGO, J. C. M.; CASTRO, A. M. M. G.; BUNDIÑO, F. E. L. Fibra na alimentação de suínos. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 62, p. 265-280, 2005.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. Enzimas. In: **Bioquímica Ilustrada**, 1989. 2. ed. São Paulo: Artes Médicas Sul, 1989, cap. 2, p. 53-66.

CHOCT, M. Feed non-starch polysaccharides: chemical structures and nutritional significance. **Feed Milling International**, Armidale, v. 12, p. 13-26, 1997.

CLOSE, W. H. Fibrous diets for pigs. **Pig News and Information**, Oxon, v. 15, p. 65, 1994.

DIERICK, N. A.; VERVAEKE, I. J.; DEMEYER, D. I.; DECUYPERE, J. A. Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 23, p. 141-167, 1989.

FÁVERO, J. A.; GUIDONI, A. L.; BELAVER, C. Predição do índice de valorização de carcaça suína em função do peso e do percentual de carne. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1997. p. 405-406.

FIALHO, E. T. Alimentos alternativos para suínos. In: FIALHO, E. T. et al. **Textos Acadêmicos**. Lavras: Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 2004, 175 p.

FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M. H. T. Efeitos de dietas com polpa cítrica em substituição ao milho em grão no concentrado sobre a degradabilidade e a fauna ruminal em bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 2109-2118, 2000.

FREIRE, J. P. B. The effect of genotype and dietary fibre level on the cecal bacterial enzyme activity of young piglets: digestive consequences. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 106, p. 119–130, 2003

GRAHAM, H. Mode of action of feed enzymes in diets based on low viscous and viscous grains. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1996. p. 60-69.

GUENTER, W. Practical experience with the use of enzymes. 2002. Disponível em: <http://www.idrc.ca/en/ev-30924-201-1-DO_TOPIC.html>. Acesso em: 1 março 2009.

GUERRA, N. B.; DAVID, P. R. B. S.; MELO, D. D.; VASCONCELOS, A. B. B.; GUERRA, M. R. M. Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, p. 45-52, 2004.

GUIDONI, A. L. Melhoria dos processos para tipificação de carcaça suína no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000, Concórdia. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/pork>>. Acesso em: 22 junho 2007.

HENN, J. D. Aditivos enzimáticos em dietas de suínos e aves. 2002. Disponível em: <www6.ufrgs.br/bioquimica/posgrad/BTA/aditiv_enzimas.pdf>. Acesso em: 1 junho 2007.

INBORR, J.; SCHMITZ, M.; AHRENS, F. Effect of adding fibre and starch degrading enzymes to a barley/wheat based diet on performance and nutrient digestibility in different segments of the small intestine of early weaned pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 44, p. 113-127, 1993.

JENSEN, M. S. Effect of β -glucanase supplementation on pancreatic enzyme activity and nutrient digestibility in piglets fed diets based on hulled and hullless barley varieties. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 72, p. 329–345, 1998.

LECZNIESKI, J. L. Considerações práticas do uso de enzimas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 5., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: AveSui, 2006. p. 34-46.

LI, S.; SAUER, W. C.; HUANG, S. X.; GABERT, V. M. Effect of β -glucanase supplementation to hullless barley or wheat - soybean meal diets on the digestibilities of energy, protein, β -glucans and amino acids in young pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 1649-1656, 1996.

LINDEMANN, M. D.; GENTRY, J. L.; MONEGUE, H. J.; CROMWELL, G. L. Determination of the contribution of the enzyme combination to the growth performance of pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 184-193, 1997.

MEDEIROS, S. L. S.; SANTIAGO, G. S. Fibra – composição química e seu efeito na nutrição de suínos. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, n. 26, p. 15-21, 1998.

MEJÍA, G. A.; FERREIRA, W. M.; OLIVEIRA, S. G.; ARAÚJO, V. L. Efeito da inclusão de polpa cítrica seca na dieta sobre desempenho de suínos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 812–814.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 108, p. 95-117, 2003.

NERY, V. L. H.; LIMA, J. A. F.; MELO, R. C. A.; FIALHO, E. T. Adição de enzimas exógenas para leitões dos 10 aos 30 kg de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 794-802, 2000.

NOBLET, J.; PEREZ, J. M. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 12, p. 3389-3398, 1993.

NRC. National Research Council. **Nutrient Requirement of Swine**, 10. ed., Washington: National Academic of Sciences, 1998, 190 p.

OLIVEIRA, V.; FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F.; OLIVEIRA, A. I. G.; FREITAS, R. T. F. Substituição do milho por casca de café em rações isoenergéticas para suínos em crescimento e terminação. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 25, p. 424-436, 2001.

OMOGBENIGUN, F. O.; NYACHOTI, C. M.; SLOMINSKI, B. A. Dietary supplementation with multienzyme preparations improves nutrient utilization and growth performance in weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 1053–1061, 2004.

OWUSU-ASIEDU, A.; PATIENCE, J. F.; LAARVELD, B.; VAN KESSEL, A. G.; SIMMINS P. H.; ZIJLSTRA, R. T. Effects of guar gum and cellulose on digesta passage rate, ileal microbial populations, energy and protein digestibility, and performance of grower pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 843-852, 2006.

PENZ Jr, A. M. Enzimas em rações de aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 165-178.

POMAR, C.; FORTIN, A.; MARCOUX, M. Estimação do rendimento magro de carcaças suínas com base em diferentes metodologias para medir espessura de gordura e músculo. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000, Concórdia. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/pork>> Acesso em: 10 janeiro 2009.

RIGO, E. J. **Efeito da fibra em detergente neutro (FDN) sobre as características produtiva, reprodutiva e de carcaça de suínas primíparas.** 2001. f. 65 Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2001.

SARAIVA, E. P.; SOARES, C. A.; ROCHA Jr., V. R.; CARDOSO, D. M.; BARROS, L. S.; SILVA, F. S. Utilização de cana-de-açúcar em dietas de suínos dos 30 aos 60 kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CDROM.

SILVA, E. P; BÔA-VIAGEM, C.; LOPES, J. B.; LUDKE, M. C. M. M.; TORRES, D. M.; SILVA, E. C. Desempenho de suínos em terminação alimentados com diferentes níveis de quireira de arroz em substituição parcial ao milho na região Iguatu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa, **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CDROM.

TEXEIRA, E. W. Utilização de alimentos fibrosos pelos suínos. **Zootecnia**, Nova Odessa, v.33, n.1, p.19-27, 1995.

VAREL, V. H.; YEN, J. T. Microbial perspective on fiber utilization by swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 2715-2722, 1997.

WATANABE, P. H. **Polpa cítrica na restrição alimentar qualitativa para suínos em terminação**. 2007. f. 79. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

WATANABE, P. H.; THOMAZ, M. C.; RUIZ, U. S.; SANTOS, V. M.; PASCOAL, L. A. F.; SILVA, S. Z. Polpa cítrica na dieta de suínos abatidos aos 130 kg de peso: Desempenho e parâmetros séricos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal, **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. CDROM.

CAPÍTULO 2 – DIGESTIBILIDADE DA POLPA CÍTRICA PARA SUÍNOS

RESUMO – O objetivo do experimento foi determinar os coeficientes de digestibilidade, a proteína digestível e as energias digestível e metabolizável (EM) da polpa cítrica. Para tanto, foram utilizados 16 suínos, machos castrados, da linhagem Topigs, com $30,42 \pm 2,44$ kg de peso, os quais foram alojados em gaiolas de estudos metabólicos. Utilizou-se o método da coleta total de fezes e os animais foram distribuídos entre as dietas referência e teste, a qual foi composta por 70% da dieta referência e 30% de polpa cítrica. Os resultados demonstraram que a polpa cítrica apresentou 1677 kcal de EM/kg e baixo teor de proteína digestível (1,28%). Os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido digestíveis foram 7,46 e 3,49%, respectivamente. Para o amido, principal fonte de energia para os suínos, o nível observado foi de 4,29%, porém com alta digestibilidade (98,90%). Apesar de apresentar razoável teor de cálcio em sua composição (1,42%), verificou-se que apenas 0,42% foi disponível para o animal. Quanto ao fósforo, o nível observado foi de 0,40% e o disponível de 0,21%. Conclui-se que a polpa cítrica pode ser utilizada nas rações de suínos, uma vez que não apresenta quaisquer características nutricionais indesejáveis que impeçam seu uso, embora alguns coeficientes de digestibilidade tenham sido baixos.

Palavras-chave: Energia metabolizável, ingredientes alternativos, nutrientes digestíveis

CHAPTER 2 - CITRUS PULP DIGESTIBILITY FOR PIGS

ABSTRACT - The objective of the experiment was to determine the coefficients of digestibility, digestible protein and digestible and metabolizable energy (ME) of citrus pulp. 16 Topigs, barrows, were used, with 30.42 ± 2.44 kg of weight, were housed in cages for metabolic studies. The method of total collection of feces was used and the animals were distributed between the reference and test diets, which was composed of 70% of reference diet and 30% citrus pulp. The results demonstrated that the citrus pulp had 1677 kcalME/kg and low content of digestible protein (1.28%). The contents of neutral detergent fiber and acid detergent fiber digestibles were 7.46% and 3.49%, respectively. For starch, the main energy source for pigs, the level observed was 4.29%, but with high digestibility (98.90%). In spite of the reasonable amount of calcium in its composition (1.42%), only 0.42% was available for the animal. Regarding phosphorus, the level observed was 0.40% and 0.21% was available. Conclude that citrus pulp can be used in the diets for pigs, since it does not present any undesirable nutritional characteristics that prevent their use, although digestibility coefficients were low.

Keywords: Alternative ingredients, digestible nutrients, metabolizable energy

INTRODUÇÃO

Vários trabalhos têm sido realizados com o objetivo de substituir ingredientes nobres, como milho e farelo de soja nas rações de suínos, por ingredientes alternativos que apresentem menor preço, mas que não afetem os parâmetros zootécnicos. Diante dos valores nutricionais que muitas vezes não são conhecidos e da não padronização e/ou fiscalização desses ingredientes, faz-se necessário conhecer seus coeficientes de digestibilidade, buscando potencializá-los na nutrição de suínos.

Os suínos digerem e utilizam a fração fibrosa dos alimentos de forma diferente dos ruminantes, e a fibra dietética vem sendo considerada uma fonte alternativa de energia na alimentação dessa espécie animal, principalmente para animais nas fases de crescimento, terminação e animais adultos (GOMES et al., 2006).

O Brasil se destaca por ser um dos maiores produtores de citros do mundo, sendo o estado de São Paulo responsável por 70% da produção nacional de laranjas (ABECitrus, 2009). Assim, a polpa cítrica que é um subproduto da extração do suco da laranja, se tornou um importante ingrediente alternativo a ser estudado na alimentação de suínos, pois pode substituir parcialmente o milho.

Devido a algumas particularidades dos carboidratos presentes neste subproduto, pode ser considerado como ingrediente energético (FRANZOLIN & FRANZOLIN, 2000), porém pobre em proteína. Devido às diferentes origens de produção da polpa cítrica, sua composição química, palatabilidade e seu valor nutricional, podem variar consideravelmente. Assim, a digestibilidade é um dos critérios adotados em estudos para avaliação da qualidade nutricional dos ingredientes e da eficiência de dietas completas para animais, por meio da quantificação da fração do nutriente ou da energia digestível do alimento, que não é excretada nas fezes (SILVA & ANDERSON, 1998).

Como o objetivo de determinar o valor nutricional da polpa cítrica e seu possível uso na alimentação de suínos, em substituição ao milho, foi realizado um ensaio para avaliação biológica deste ingrediente, estimando seus coeficientes de digestibilidade aparente, a proteína digestível e as energias digestível e metabolizável.

MATERIAL E MÉTODOS

Instalações, animais e dietas experimentais

O ensaio foi conduzido nas instalações experimentais do Setor de Suinocultura, do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal. Foram utilizados 16 suínos machos castrados, da linhagem Topigs, com média de $30,42 \pm 2,44$ kg de peso inicial e idade de 80 dias, oriundos de granja comercial. Os animais foram alojados em 16 gaiolas de estudos metabólicos semelhantes às descritas por PEKAS (1968).

Ao início do ensaio, os animais foram pesados e distribuídos entre duas dietas, sendo: referência, formulada para atender as exigências indicadas por ROSTAGNO et al. (2005), considerando a concentração energética de 3400 kcal ED/kg de ração, para suínos machos castrados, com alto potencial genético (Tabela 1) e a dieta teste, composta por 70% da dieta referência e 30% de polpa cítrica.

Foi utilizado o método da coleta total de fezes e os animais permaneceram nas gaiolas durante dez dias, sendo os cinco primeiros para adaptação às gaiolas, rações e para determinação do consumo individual de ração, que foi fornecida em duas refeições diárias, às 8h00 e às 17h00. Desta maneira, objetivou-se que no período de coleta, cinco dias finais, fossem fornecidas quantidades de rações para serem consumidas plenamente.

O cálculo da quantidade de ração fornecida para cada animal, foi o produto do menor coeficiente de consumo, pelo peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$) de cada animal. O coeficiente de consumo foi o quociente entre a quantidade média de ração consumida por animal no período de adaptação e o peso metabólico do animal. As rações foram previamente umedecidas e a água de bebida foi fornecida à vontade. As rações foram pesadas antes de serem fornecidas.

Tabela 1. Composições centesimal e nutricional da dieta referência, utilizada para suínos com $30,42 \pm 2,44$ kg de peso.

Ingredientes, %	Dieta referência
Milho	68,551
Farelo de soja	27,087
Fosfato bicálcico	1,602
Calcário calcítico	0,578
Sal comum	0,405
Óleo de soja	0,937
L-Lisina. HCl (78,4 %)	0,364
DL-Metionina (99,0 %)	0,130
L-Treonina (98,0 %)	0,123
L-Triptofano (99,0 %)	0,008
B H T	0,015
Suplemento vit+min ⁽¹⁾	0,200
Total	100,00
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>	
Composição calculada ⁽²⁾	
Energia digestível, kcal/kg	3404
Proteína bruta, %	18,61
Fibra em detergente neutro, %	11,81
Fibra em detergente ácido, %	4,64
Lisina dig., %	1,10
Metionina + cistina dig., %	0,66
Treonina dig., %	0,72
Triptofano dig., %	0,19
Cálcio, %	0,70
Fósforo disponível, %	0,40

¹ Suplemento vitamínico e mineral – Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A - 25000 UI, Vit. D3 - 5000 UI, Biotina - 5 mg, Niacina - 10 mg, Pantotenato de cálcio - 30 mg, Vit. B12 – 70 mcg, Vit. B2 – 18 mg, Vit. E – 75 mg, Vit. K3 - 1 mg, Ferro - 40 mg, Cobre - 35 mg, Manganês - 20 mg, Zinco - 40 mg, Cobalto – 0,36 mg, Iodo – 0,84 mg, Selênio – 0,12 mg; ² Valores nutricionais dos ingredientes propostos por ROSTAGNO et al. (2005).

Utilizou-se 1% de óxido férrico como marcador fecal, para determinar o início e o final do período de coleta. As fezes foram coletadas e pesadas uma vez ao dia, sendo posteriormente congeladas. A urina foi coletada diariamente em baldes de plástico, filtrada e o volume produzido mensurado, sendo uma alíquota de 20% mantida congelada. Em cada recipiente utilizado para coleta de urina, foram adicionados 20 mL de solução 1:1 de ácido clorídrico e água destilada, para evitar proliferação microbiana e volatilização de nitrogênio.

Ao final do período de coleta, as fezes e urina de cada animal foram descongeladas, homogeneizadas e amostradas. As porções de fezes foram submetidas à pré-secagem, em estufa com circulação de ar forçada a 55° C durante 72 horas, e posterior moagem em moinho de “facas” com peneira com crivos de 1 mm. As amostras de urina foram secas em placas de Petri, em estufa com circulação de ar forçada a 55° C por 72 horas, sendo que a cada 24 horas o volume das placas era completado. As amostras de ração e de polpa cítrica foram apenas moídas, seguindo os mesmos procedimentos descritos para as amostras de fezes.

As amostras processadas de fezes, ração e polpa cítrica, foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da FCAV – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), cálcio (Ca) e fósforo (P), de acordo com SILVA & QUEIROZ (2002), sendo o FDN e FDA pelo método sequencial e energia bruta (EB) em bomba calorimétrica do tipo Parr. Nas amostras de urina, foram determinadas as densidades e posteriormente foram efetuadas as análises de EB em bomba calorimétrica do tipo Parr, utilizando-se o resíduo remanescente da secagem em placa de Petri. O amido total foi determinado segundo a metodologia de extração de HENDRIX (1993) e para a leitura colorimétrica utilizou-se o ácido dinitrosalisílico (MILLER, 1959).

Dessa maneira, foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, EB, PB, FDN, FDA, Amido, os coeficientes de disponibilidade de Ca e P, assim como os respectivos nutrientes digestíveis, cálcio e fósforo disponíveis e energias digestíveis das rações referência, teste e da polpa cítrica. Também foi calculado o

coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta e conseqüentemente, obtida a energia metabolizável. Estes cálculos foram realizados de acordo com ADEOLA (2001).

Delineamento experimental e análises estatísticas

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, para controlar as diferenças iniciais de peso, com dois tratamentos (dietas referência e teste) e oito repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída por um animal. Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo método dos quadrados mínimos, utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (1998). As suposições para as normalidades dos resíduos foram verificadas pelo teste de Cramer-von Mises, de acordo com EVERITT (1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados os coeficientes de digestibilidade da MS, MM, FDN, FDA, amido, PB, EB, coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB), coeficientes de disponibilidade de cálcio e fósforo e valores de proteína digestível (PD) e energias digestível (ED) e metabolizável (EM) das rações referência e teste.

Comparando os coeficientes de digestibilidade das duas rações, observou-se que a presença da polpa cítrica na ração teste, promoveu alterações significativas ($P < 0,05$) nos coeficientes, exceto para MM, FDA e cálcio. Resultados semelhantes a estes foram encontrados por WATANABE (2007), que também não encontrou diferenças, apenas para MM.

Com relação a FDN, notou-se que o coeficiente de digestibilidade da ração referência foi melhor ($P < 0,05$), do que o observado para a ração teste, porém quando observada a FDA, não houve diferença ($P > 0,05$) entre as duas dietas. Resultados diferentes foram encontrados por WATANABE (2007), que trabalhando com animais mais pesados ($80,5 \pm 4,7\text{kg}$) encontrou 61,36 e 66,25% para FDN e 42,53 e 50,77% para FDA, para as rações referência e teste, respectivamente, e essas diferenças podem ser em decorrência da idade dos animais.

Tabela 2. Coeficientes de digestibilidade ou de disponibilidade (CD), coeficiente de metabolizabilidade das e valores de PD, ED e EM das rações referência e teste.

CD, %	Ração Referência	Ração Teste	CV, ¹ %	P
MS	90,08 ± 1,2	85,73 ± 2,1	1,89	0,0001
MM	60,48 ± 3,6	59,05 ± 4,1	6,50	0,4726
FDN	68,52 ± 6,2	53,76 ± 10,9	13,45	0,0003
FDA	60,61 ± 10,0	53,80 ± 9,3	16,91	0,1806
Amido	99,92 ± 0,1	99,62 ± 0,1	0,09	0,0001
PB	89,05 ± 1,4	77,86 ± 4,2	3,74	0,0001
EB	88,36 ± 1,6	82,56 ± 2,6	2,55	0,0001
CMEB	86,10 ± 2,4	79,85 ± 2,5	2,65	0,0001
Cálcio	51,49 ± 8,9	47,38 ± 6,1	15,43	0,2989
Fósforo	74,21 ± 4,8	67,60 ± 5,2	7,06	0,0195
PD, %	16,70	12,20	-	-
ED, kcal/kg	3504	3195	-	-
EM, kcal/kg	3415	3090	-	-

¹Coeficientes de variação.

No presente estudo, a substituição de 30% da ração referência pela polpa cítrica, diminuiu em 26,95% a proteína digestível e em 8,82 e 9,51% as energias digestível e metabolizável, respectivamente, da ração teste.

Na Tabela 3 encontram-se a composição química em MS, MM, FDN, FDA, amido, PB, EB, cálcio e fósforo, os coeficientes de digestibilidade e de disponibilidade de cálcio e fósforo, coeficiente de metabolizabilidade, bem como os nutrientes digestíveis e as energias digestível e metabolizável da polpa cítrica.

A polpa cítrica apresentou alto coeficiente de digestibilidade da MS (75,30%) e este resultando pode ser explicado em virtude de apresentar elevado nível de fibra solúvel, a qual afeta a mobilidade e o trânsito intestinal, é passível de fermentação e oferece benefícios digestivos. Alguns estudos confirmaram os efeitos de elevados níveis de fibra solúvel sobre a diminuição do tempo de trânsito (EGGUM, 1995; WENK, 2001) e a alta fermentabilidade, favorecendo a maior disponibilidade dos nutrientes (DIERICK et al., 1989; PERIAGO et al., 1993). Resultados semelhantes foram

encontrados por WATANABE (2007), sendo também verificada alta digestibilidade da MS (72,60%).

Tabela 3. Composição química, coeficientes de digestibilidade e de disponibilidade (CD), coeficiente de metabolizabilidade (CM), nutrientes digestíveis e energias digestível e metabolizável da polpa cítrica.

Nutrientes e Energias	Composição Química	CD/ CM, %	Nutrientes e Energias Digestível e Metabolizável
MS/ MSD, %	90,85	75,30	68,41
MM/MMD, %	7,36	55,70	4,10
FDN/FDND, %	23,09	32,30	7,46
FDA/FDAD, %	18,47	18,92	3,49
Amido/Amido dig., %	4,29	98,90	4,24
PB/PD, %	6,86	18,60	1,28
EB/ED, kcal/kg	3724	69,01	2570
EM, kcal/kg	-	65,25	1677
Cálcio/Cálcio disp., %	1,42	29,53	0,42
Fósforo/Fósforo disp., %	0,40	52,18	0,21

Os coeficientes de digestibilidade das fibras (FDN e FDA) da polpa cítrica foram baixos, sendo 32,30 e 18,92%, respectivamente. Animais em crescimento têm seu sistema digestório ainda em desenvolvimento e como a fibra é passível de maior fermentação no ceco, ocasionam baixa digestibilidade. Entretanto, FREIRE (2003) observou que quando aumentaram os níveis de FDN e FDA nas dietas de leitões, aumentou também a capacidade dos animais em digerirem as fibras. WATANABE (2007) estudando animais em terminação, verificou valores superiores para os coeficientes de digestibilidade, sendo 40,05% e 46,44% para FDN e FDA, respectivamente, o que realmente demonstra, que animais mais velhos apresentam maior capacidade de digestão das fibras das dietas, tendo em vista que trabalhou com suínos de $80,5 \pm 4,7$ kg de peso.

Estas observações confirmam que os animais jovens são mais sensíveis à utilização de altos níveis de fibra, devido ao menor desenvolvimento do trato gastrintestinal e menor área para a disseminação da população microbiana, o que resulta em menor aproveitamento do alimento fibroso (TEXEIRA, 1995). Quando se comparou animais em crescimento com porcas, verificou-se que estas foram mais aptas

em digerir alimentos fibrosos, apresentando melhor digestibilidade (FERNANDEZ et al., 1986; GOMES et al., 2006).

A fibra influencia negativamente a digestibilidade da proteína bruta, o que foi demonstrado no presente estudo. A polpa cítrica apresentou baixa PB (6,86%) e seu coeficiente de digestibilidade foi de apenas 18,60%. Estes valores estão de acordo com os observados por WATANABE (2007), que encontrou apenas 13,98% de coeficiente de digestibilidade para este nutriente, enquanto ROSTAGNO et al. (2005), encontraram 55,00% de coeficiente de digestibilidade para a PB da polpa cítrica. A fibra pode reduzir a digestibilidade da proteína por meio da adsorção de aminoácidos e peptídeos para a matriz da fibra, levando aos aumentos da secreção de proteína endógena (SCHULZE et al., 1994), da descamação da mucosa intestinal, da produção de muco (SCHEEMAN et al., 1982) e da viscosidade do conteúdo intestinal, reduzindo a ação enzimática sobre a proteína dietética (SOUTHGATE & ENGLYST, 1985). A proteína complexada à fibra insolúvel é de difícil degradação, ocasionando menor digestibilidade.

A polpa cítrica pode ser uma fonte de energia, porém apresenta um perfil de carboidratos muito diferente dos ingredientes normalmente utilizados na alimentação de suínos, não contendo praticamente amido como carboidrato. Para animais monogástricos, a principal fonte de energia é o amido e a polpa cítrica apresentou baixo nível desse componente (4,29%), porém com alto coeficiente de digestibilidade (98,90%).

Os componentes da fibra são pouco digeridos no intestino delgado dos suínos, sendo que a quebra pela fermentação microbiana acontece no intestino grosso, cujos produtos são os ácidos graxos de cadeias curta (AGCC), principalmente propionato, butirato e acetato (JENSEN, 1998; FREIRE, 2003). A contribuição calórica dos AGCC é estimada em 5 a 30% das exigências de manutenção dos suínos (VAREL & YEN, 1997; NRC, 1998).

FERREIRA et al. (2005) e ROSTAGNO et al. (2005) observaram valores de 2904 e 2863 kcal EM/kg da polpa cítrica, respectivamente, enquanto no presente trabalho, o valor encontrado foi de apenas 1677 kcal EM/kg.

Os níveis de cinzas foram relativamente altos, uma vez que a polpa cítrica passa pelo processo de secagem utilizando-se hidróxido de cálcio, o que podendo provocar desbalanço entre cálcio e fósforo. O teor de cálcio total observado foi de 1,42%, mas como este ingrediente é um subproduto da indústria e não há padronização das quantidades de hidróxido utilizadas, sua disponibilidade para o animal pode ser baixa, o que foi observado no presente trabalho (0,42%). DOMÍNGUEZ (1995) notou que a pectina, por ser de natureza hidrofóbica, pode também adsorver o cálcio, não o disponibilizando para o animal.

A polpa cítrica apresentou baixa quantidade de fósforo total (0,40%) e 0,21% de fósforo disponível. Este resultado pode ser devido à complexação do fósforo aos componentes fibrosos ou ao ácido fítico.

CONCLUSÕES

A polpa cítrica pode ser utilizada nas rações de suínos, uma vez que não apresenta quaisquer características nutricionais indesejáveis que impeçam seu uso, embora alguns coeficientes de digestibilidade tenham sido baixos.

REFERÊNCIAS

ABECitrus. Associação Brasileira de Exportadores de Cítricos. **A história da laranja e farelo de polpa cítrica (“Pellets”)**. Disponível em: <www.abecitrus.com.br>. Acesso em: 27 janeiro 2009.

ADEOLA, O. Digestion and balance techniques in pigs. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L. L. **Swine Nutrition**, 2. ed., Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 903-916.

DIERICK, N. A.; VERVAEKE, I. J.; DEMEYER, D. I.; DECUYPERE, J. A. Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 23, p. 141-167, 1989.

DOMÍNGUEZ, P. L. Pulpa de cítricos en la alimentación de cerdos. **Revista Computadorizada de Producción Porcina**, Habana, v. 2, n. 2, p. 1-14, 1995.

EGGUM, B. O. The influence of dietary fibre on protein digestion and utilization in monogastrics. **Archives of Animal Nutrition**, United Kingdom, v. 48, p. 89-95, 1995.

EVERITT, B. S. The Cambridge Dictionary of Statistics. In: **The Medical Sciences**, 2. ed., Cambridge: Cambridge University Press, 1998, 360 p.

FERREIRA, W. M.; MEJÍA, A. M. G.; SILVA, F. C. O.; FONTES, D. O.; SIMÕES, E. O.; GOMES, F. E. Energia digestível, metabolizável e balanço de nitrogênio da polpa cítrica seca para suínos em terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 13., 2005, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABREVES, 2005. p. 390-391.

FERNANDEZ, J. A.; JORGENSEN, H.; JUST, A. Comparative digestibility experiments with growing pigs and adult sows. **Animal Production**, Harlow, v. 43, p. 127-132, 1986.

FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M. H. T. Efeitos de dietas com polpa cítrica em substituição ao milho em grão no concentrado sobre a degradabilidade e a fauna ruminal em bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 2109-2118, 2000.

FREIRE, J. P. B. The effect of genotype and dietary fibre level on the cecal bacterial enzyme activity of young piglets: digestive consequences. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 106, p. 119–130, 2003

GOMES, J. D. F.; FUKUSHIMA, R. S.; PUTRINO, S. M.; GROSSKLAUS, C.; LIMA, G. J. M. M. Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro na dieta de suínos sobre a morfologia dos órgãos digestivos e não digestivos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 202–209, 2006.

HENDRIX, D. L. Rapid extraction and analysis of non-structural carbohydrates in plant tissues. **Crop Science Society of America**, Phoenix, v. 33, n. 6, p. 1306-1311, 1993.

JENSEN, M. S. Effect of β -glucanase supplementation on pancreatic enzyme activity and nutrient digestibility in piglets fed diets based on hulled and hullless barley varieties. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 72, p. 329–345, 1998.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426- 428, 1959.

NRC. National Research Council. **Nutrient Requirement of Swine**, 10. ed., Washington: National Academic of Sciences, 1998, 190 p.

PEKAS, J. C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 27, n. 5, p. 1303-1309, 1968.

PERIAGO, M. J.; ROS, G.; LÓPEZ, G.; MARTINEZ, M. C.; RINCON, F. Componentes de la fibra dietética y sus efectos fisiológicos. **Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, Madrid, v. 53, p. 229-235, 1993.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2005, 186 p.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistic** – Cary: Institute, 1998.

SCHEEMAN, B. O.; RICHTER, D. B.; JACOBS, C. R. Response to dietary wheat bran in the exocrine pancreas and intestine of rats. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 112, p. 283-286, 1982.

SCHULZE, H.; LEEUWEN, V. P.; VERSTEGEN, M. W. A.; HUISMAN, J.; SOUFFRANT, W. B.; AHRENS, F. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 2362-2368, 1994.

SILVA, S. S.; ANDERSON, T. A. **Fish Nutrition in Aquaculture**. London: Chapman & Hall, 1998, 319 p.

SILVA, F. A. M.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002, 235 p.

SOUTHGATE, D.; ENGLYST, H. Dietary fibre: chemistry, physical properties and analysis. In: TROWELL, H.; BURKITT, D.; HEATON, K. **Dietary Foods and Disease**, London: Academic Press, 1985. p. 31-55.

TEXEIRA, E. W. Utilização de alimentos fibrosos pelos suínos. **Zootecnia**, Nova Odessa, v. 33, n. 1, p. 19-27, 1995.

VAREL, V. H; YEN J. T. Microbial perspective on fiber utilization by swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 2715-2722, 1997.

WATANABE, P. H. **Polpa cítrica na restrição alimentar qualitativa para suínos em terminação**. 2007. f. 79. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

WENK, C. The role of dietary fiber in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam v. 90, n. 1-2, p. 21-33, 2001.

CAPÍTULO 3 – POLPA CÍTRICA E COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO: DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA

RESUMO – O objetivo do trabalho foi estudar os efeitos dos níveis de polpa cítrica (0, 5, 10 e 15%), com ou sem a adição de um complexo enzimático nas rações, sobre a digestibilidade das rações, o desempenho dos suínos nas fases de crescimento e terminação e as características de carcaça. Utilizou-se 72 suínos, com $25,71 \pm 7,51$ kg de peso inicial. Foram fornecidas três rações, nas seguintes fases: 1 - 70 a 101, 2 - 102 a 130 e 3 - 131 a 143 dias de idade. Como não houve redistribuição dos animais nos blocos, no início das fases 2 e 3, os dados foram avaliados nos seguintes períodos: 1 – 70 a 101; 2 – 70 a 130 e 3 – 70 a 143 dias de idade. Foram conduzidos dois ensaios de digestibilidade das dietas nas fases de crescimento e de terminação, pelo método da coleta parcial de fezes. Os animais foram abatidos para a avaliação das características de carcaça, quando apresentaram $98,81 \pm 10,64$ kg de peso. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 2. Concluiu-se que a inclusão de até 15% de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático nas dietas para suínos, diminui o consumo diário de ração nos Períodos 1 e 2, e melhora a conversão alimentar no Período 2, porém, os animais apresentaram respostas adaptativas no Período 3, que corresponde ao total do experimento, não sendo observadas diferenças no desempenho. A digestibilidade dos nutrientes não foi modificada, na ausência do complexo enzimático. Na presença do produto, há melhora na digestibilidade de todos os nutrientes. As características de carcaça não são influenciadas pelos níveis de polpa cítrica, exceto o rendimento de carcaça, que melhorou linearmente. A relação gordura/carne também diminui linearmente, à medida em que aumentam os níveis de polpa cítrica, na ausência do complexo enzimático. Na presença do produto a relação gordura/carne, apresenta comportamento quadrático e o nível de 7,78% de polpa cítrica, determina a menor relação.

Palavras-chave: Ingrediente alternativo, fibra, pectina, tipificação de carcaça

CHAPTER 3 - CITRUS PULP AND ENZYME COMPLEX FOR PIGS IN STAGES OF GROWTH AND FINISHING: PERFORMANCE, DIGESTIBILITY AND CARCASS CHARACTERISTICS.

ABSTRACT - The objective was to study the effects of levels of citrus pulp (0, 5, 10 and 15%), with or without the addition of an enzyme complex in the feed on the digestibility of rations, the performance of pig during growing and finishing phases and carcass characteristics. Were used 72 pigs, with 25.71 ± 7.51 kg of initial weight. Three diets were given in the following stages: 1 – 70 to 101, 2 - 102 to 130 and 3 - 131 to 143 days of age. As there was no redistribution of animals in the blocks at the beginning of phases 2 and 3, the data were evaluated in the following periods: 1 - 70 to 101, 2 - 70 to 130 and 3 - 70 to 143 days of age. Were conducted two tests of digestibility of the diets during the growing and finishing phases, by the method of partial collection of feces. The animals were slaughtered to evaluate carcass characteristics when presented 98.81 ± 10.64 kg weight. Using the randomized block design in a factorial 4 x 2. Conclude that inclusion of up to 15% of citrus pulp with or without the addition of the enzyme complex in diets for pigs, decreases daily feed intake in periods 1 and 2, and improves feed conversion in Period 2, however, the showed adaptive responses in Period 3, which corresponds to the total experiment, no differences were observed in performance. The digestibilities of nutrients are not modified in the absence of the enzyme complex. In the presence of the product, there is improvement in the digestibility of all nutrients. The carcass characteristics are not influence by levels of citrus pulp, except the carcass yield, which decreases linearly. The fat/meat relationship also decreases linearly, as they increase the levels of citrus pulp in the absence of the enzyme complex. In the presence of the product the fat/meat relationship, has a quadratic behaviour and the level of 7.78% citrus pulp, provides the lowest relation.

Keywords: Alternative ingredient, carcass classification, fiber, pectin

INTRODUÇÃO

A nutrição é de extrema importância em qualquer segmento da produção animal, pois tem influência direta no desempenho zootécnico, no reprodutivo, na digestibilidade e na qualidade do produto final. Na suinocultura, os avanços nesta área, têm sido fundamentais para o aumento da produtividade e da melhoria na qualidade da carcaça suína.

A utilização de subprodutos na alimentação dos suínos, vem sendo muito estudada, visando a substituição total ou parcial dos ingredientes normalmente utilizados nas dietas, como o milho e o farelo soja. Neste contexto, o Brasil se destaca por ser um grande produtor de sucos de frutas cítricas, gerando um mercado promissor, com grande potencial de utilização dos subprodutos gerados pelas indústrias cítricas na alimentação animal.

A polpa cítrica é resultado da extração do suco de frutas cítricas, o qual passa pelo processo de desidratação e peletização, proporcionando boa conservação e armazenagem, facilitando a confecção das rações (ABECitrus, 2009). Normalmente, é muito utilizada na alimentação de ruminantes, porém alguns estudos vem sendo realizados para incluir esse subproduto na alimentação de suínos (MEJÍA et al., 2001; FERREIRA et al., 2005; WATANABE et al., 2007). Por se tratar de um ingrediente rico em fibra, tornou-se necessário conhecer quais os possíveis ganhos ou perdas zootécnicas, que esse ingrediente pode originar.

MEJÍA et al. (2001) incluindo polpa cítrica na dieta de suínos na fase de terminação, não verificaram diferenças no desempenho dos animais, quando os níveis adicionados foram de até 20% da dieta. No entanto, FERREIRA et al. (2005) observaram que até 10% deste subproduto pode ser adicionado às dietas, sem afetar a capacidade digestiva dos animais. WATANABE et al. (2007) confirmaram estes resultados, ao notarem que o nível de 10,79% de polpa cítrica nas dietas de suínos pesados, melhorou o ganho de peso.

Porém, o emprego de subprodutos muitas vezes disponíveis, mas de utilização limitada, devido à composição química ou à presença de inibidores nutricionais, pode

ser aumentado, com a adição de enzimas exógenas, visando a viabilização técnica e econômica das dietas (PENZ Jr., 1998).

Assim, várias empresas vem utilizando enzimas exógenas, com o intuito de produzir efeitos consideráveis nas reduções da poluição ambiental e no custo das dietas, buscando minimizar o efeito antinutricional de alguns ingredientes. LECZNIESKI (2006) afirmou que o conhecimento sobre as enzimas, devido ao grande volume de dados científicos disponível, tem aumentado a possibilidade de sua utilização nas rações, em virtude dos benefícios gerados.

Assim, os objetivos do presente trabalho foram verificar os efeitos de diferentes níveis de polpa cítrica, com ou sem a adição de um complexo enzimático, sobre a digestibilidade das rações, o desempenho dos suínos nas fases de crescimento e terminação e as características de carcaça.

MATERIAL E METÓDOS

Instalações, animais e dietas experimentais

O ensaio foi conduzido nas instalações experimentais do Setor de Suinocultura, do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal. Foram utilizados 72 suínos, machos castrados, da linhagem Topigs, com idade inicial de 70 dias e $25,71 \pm 7,51$ kg de peso, oriundos de granja comercial. Os animais foram alojados em baias individuais de alvenaria, com $2,55\text{m}^2$ cada, providas de comedouros semi-automáticos e bebedouros em nível, do tipo vaso comunicante. Ao início do ensaio, os animais foram pesados e distribuídos entre os seguintes tratamentos experimentais:

- DC - dieta controle: composta principalmente por milho e farelo de soja;
- DCE: dieta controle mais o complexo enzimático;
- DPC5: dieta composta principalmente por milho e farelo de soja com a inclusão de 5% de polpa cítrica;
- DPC5E: dieta composta principalmente por milho e farelo de soja com a inclusão de 5% de polpa cítrica mais o complexo enzimático;
- DPC10: dieta composta principalmente por milho e farelo de soja com a inclusão de 10% de polpa cítrica;
- DPC10E: dieta composta principalmente por milho e farelo de soja com a inclusão de 10% de polpa cítrica mais o complexo enzimático;
- DPC15: dieta composta principalmente por milho e farelo de soja com a inclusão de 15% de polpa cítrica;
- DPC15E: dieta composta principalmente por milho e farelo de soja com a inclusão de 15% de polpa cítrica mais o complexo enzimático.

As dietas foram isonutritivas e atenderam as exigências nutricionais mínimas recomendadas por ROSTAGNO et al. (2005), sendo formuladas para as seguintes fases dos animais:

- Fase 1: dos 70 aos 101 dias de idade;
- Fase 2: dos 102 aos 130 dias de idade;
- Fase 3: dos 131 aos 143 dias de idade.

Os valores nutricionais utilizados para a polpa cítrica foram: 23,09%, 18,47%, 4,29%, 6,86%, 1677 kcal EM/kg, 1,42% e 0,40%, para FDN, FDA, Amido, PB, EM, cálcio e fósforo respectivamente, e que foram apresentados no Capítulo 2.

As dietas experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3, para as fases 1, 2 e 3, respectivamente. O complexo enzimático era composto por xylanase, β -glucanase, celulase, pectinase e protease, sendo adicionados 5 g/100kg de ração.

Desempenho

Os animais receberam ração e água à vontade durante todo o ensaio. Ao início e final de cada fase, os animais, a ração fornecida e as sobras foram pesados para determinar o ganho diário de peso (GDP), o consumo diário de ração (CDR) e a conversão alimentar (CA). Como não houve redistribuição dos animais nos blocos, no início das Fases 2 e 3, os dados foram avaliados nos seguintes períodos:

- Período 1: dos 70 aos 101 dias de idade;
- Período 2: dos 70 aos 130 dias de idade;
- Período 3: dos 70 aos 143 dias de idade.

Digestibilidade das rações

Durante o ensaio de desempenho, foram avaliadas as digestibilidades das rações experimentais, determinando-se os coeficientes de digestibilidade da EB, MS, PB, FDN, FDA e os coeficientes de disponibilidade de cálcio e fósforo. Foi empregado o método da coleta parcial de fezes, utilizando-se a cinza ácida insolúvel (CAI) como indicador. As determinações foram realizadas nas fases de crescimento e terminação, conforme indicado a seguir:

- Digestibilidade 1: dos 80 aos 86 dias de idade;
- Digestibilidade 2: dos 120 aos 126 dias de idade.

Tabela 1. Composições centesimal e nutricional das dietas experimentais utilizadas na Fase 1 (dos 70 aos 101 dias de idade) dos suínos.

Ingredientes, %	Níveis de Polpa Cítrica, %			
	0 ⁽¹⁾	5	10	15
Milho	69,107	62,998	56,976	50,715
Farelo de soja	26,772	27,075	27,360	27,690
Polpa cítrica	-	5,000	10,000	15,000
Fosfato bicálcico	1,235	1,244	1,247	1,257
Calcário calcítico	0,527	0,340	0,114	-
Óleo de soja	0,419	1,373	2,300	3,304
L- Lisina. HCl (78,4 %)	0,275	0,280	0,286	0,290
DL – Metionina (99,0 %)	0,078	0,094	0,110	0,127
L – Treonina (98,0 %)	0,067	0,079	0,091	0,103
L – Triptofano (99,0 %)	0,001	0,002	0,004	0,006
Suplementação mineral ⁽²⁾	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplementação vitamínica ⁽³⁾	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,354	0,350	0,347	0,343
Inerte/Complexo enzimático ⁽⁴⁾	1,005	1,005	1,005	1,005
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010
TOTAL	100	100	100	100
Composição calculada⁽⁵⁾				
Energia metabolizável, kcal/kg	3230	3230	3230	3230
Proteína bruta, %	18,25	18,25	18,25	18,25
Amido, %	46,83	43,09	39,35	35,46
FDN, %	11,93	12,31	12,69	13,05
FDA, %	4,53	5,32	6,10	6,87
Lisina dig., %	1,03	1,03	1,03	1,03
Metionina dig., %	0,35	0,36	0,37	0,38
Metionina + Cistina dig., %	0,62	0,62	0,62	0,62
Treonina dig., %	0,67	0,67	0,67	0,67
Triptofano dig., %	0,19	0,19	0,19	0,19
Cálcio, %	0,63	0,63	0,63	0,68
Fósforo disponível, %	0,33	0,33	0,33	0,33
Potássio, %	0,69	0,72	0,75	0,78
Sódio, %	0,18	0,18	0,18	0,18

¹ Níveis de polpa cítrica, com ou sem complexo enzimático. ² Níveis de garantia por kg de ração: Cobre – 30 mg, Zinco – 160 mg, Iodo – 1,900 mg, Ferro – 100 mg, Manganês – 70 mg, Selênio – 0,075 mg. ³ Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A - 10000 UI, Vit. D3 - 2500 UI, Vit. E – 18,12 mg, Ácido fólico – 0,75 mg, Pantotenato de cálcio – 20 mg, Biotina – 6 mg, Niacina – 30 mg, Piridoxina – 2,50 mg, Riboflavina – 0,70 mg, Tiamina – 2,50 mg, Vit. B12 – 37,50 mcg, Vit. K3 – 12,5 mg, Colina – 783 mg. ⁴ 5 gramas de complexo enzimático por 100 kg de ração. ⁵ Valores nutricionais dos ingredientes, propostos por ROSTAGNO et al. (2005), exceto a polpa cítrica.

Tabela 2. Composições centesimal e nutricional das dietas experimentais utilizadas na Fase 2 (dos 102 aos 130 dias de idade) dos suínos.

Ingredientes, %	Níveis de Polpa Cítrica, %			
	0 ⁽¹⁾	5	10	15
Milho	70,783	66,778	60,712	54,649
Farelo de soja	23,633	23,826	24,118	24,412
Polpa cítrica	-	5,000	10,000	15,000
Fosfato bicálcico	0,988	0,987	0,995	1,002
Calcário calcítico	0,549	0,416	0,209	-
Óleo de soja	0,485	1,105	2,045	2,984
L – Lisina. HCl (78,4 %)	0,276	0,280	0,285	0,291
DL – Metionina (99,0 %)	0,064	0,074	0,091	0,107
L – Treonina (98,0 %)	0,062	0,070	0,082	0,094
L – Triptofano (99,0 %)	-	0,001	0,004	0,005
Suplementação mineral ⁽²⁾	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplementação vitamínica ⁽³⁾	0,070	0,070	0,070	0,070
Sal comum	0,330	0,328	0,324	0,321
Inerte/Complexo enzimático ⁽⁴⁾	2,700	1,005	1,005	1,005
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010
TOTAL	100	100	100	100
Composição calculada⁽⁵⁾				
Energia metabolizável, kcal/kg	3230	3230	3230	3230
Proteína bruta, %	17,07	17,07	17,07	17,07
Amido, %	47,42	44,95	41,21	37,47
FDN, %	11,67	12,28	12,66	13,04
FDA, %	4,35	5,19	5,98	6,76
Lisina dig., %	0,95	0,95	0,95	0,95
Metionina dig., %	0,32	0,33	0,34	0,34
Metionina + Cistina dig., %	0,57	0,57	0,57	0,57
Treonina dig., %	0,62	0,62	0,62	0,62
Triptofano dig., %	0,17	0,17	0,17	0,17
Cálcio, %	0,60	0,60	0,60	0,59
Fósforo disponível, %	0,28	0,28	0,28	0,28
Potássio, %	0,65	0,67	0,70	0,73
Sódio, %	0,17	0,17	0,17	0,17

¹ Níveis de polpa cítrica, com ou sem complexo enzimático. ² Níveis de garantia por kg de ração: Cobre – 30 mg, Zinco – 160 mg, Iodo – 1,900 mg, Ferro – 100 mg, Manganês – 70 mg, Selênio – 0,075 mg. ³ Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A - 10000 UI, Vit. D3 - 2500 UI, Vit. E – 18,12 mg, Ácido fólico – 0,75 mg, Pantotenato de cálcio – 20 mg, Biotina – 6 mg, Niacina – 30 mg, Piridoxina – 2,50 mg, Riboflavina – 0,70 mg, Tiamina – 2,50 mg, Vit. B12 – 37,50 mcg, Vit. K3 – 12,5 mg, Colina – 783 mg. ⁴ 5 gramas de complexo enzimático por 100 kg de ração. ⁵ Valores nutricionais dos ingredientes, propostos por ROSTAGNO et al. (2005), exceto a polpa cítrica.

Tabela 3. Composições centesimal e nutricional das dietas experimentais utilizadas na Fase 3 (dos 131 aos 143 dias de idade) dos suínos.

Ingredientes, %	Níveis de Polpa Cítrica, %			
	0 ⁽¹⁾	5	10	15
Milho	76,703	72,148	66,118	59,826
Farelo de soja	19,608	19,828	20,119	20,456
Polpa cítrica	-	5,000	10,000	15,000
Fosfato bicálcico	0,818	0,819	0,826	0,834
Calcário calcítico	0,456	0,304	0,098	-
Óleo de soja	0,100	0,805	1,740	2,760
L – Lisina. HCl (78,4 %)	0,208	0,212	0,217	0,222
DL – Metionina (99,0 %)	0,020	0,033	0,049	0,066
L – Treonina (98,0 %)	0,032	0,041	0,053	0,064
L – Triptofano (99,0 %)	-	0,002	0,004	0,006
Suplementação mineral ⁽²⁾	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplementação vitamínica ⁽³⁾	0,400	0,400	0,400	0,400
Sal comum	0,310	0,308	0,304	0,301
Inerte/Complexo enzimático ⁽⁴⁾	1,285	0,040	0,012	0,005
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010
TOTAL	100	100	100	100
Composição calculada ⁽⁵⁾				
Energia metabolizável, kcal/kg	3230	3230	3230	3230
Proteína bruta, %	15,53	15,53	15,53	15,53
Amido, %	50,57	47,77	44,05	40,17
FDN, %	11,80	12,35	12,73	13,09
FDA, %	4,24	5,07	5,86	6,63
Lisina dig., %	0,81	0,81	0,81	0,81
Metionina dig., %	0,27	0,27	0,28	0,29
Metionina + Cistina dig., %	0,50	0,50	0,50	0,50
Treonina dig., %	0,54	0,54	0,54	0,54
Triptofano dig., %	0,15	0,15	0,15	0,15
Cálcio, %	0,48	0,48	0,48	0,53
Fósforo disponível, %	0,25	0,25	0,25	0,25
Potássio, %	0,59	0,61	0,63	0,66
Sódio, %	0,16	0,16	0,16	0,16

¹ Níveis de polpa cítrica, com ou sem complexo enzimático. ² Níveis de garantia por kg de ração: Cobre – 30 mg, Zinco – 160 mg, Iodo – 1,900 mg, Ferro – 100 mg, Manganês – 70 mg, Selênio – 0,075 mg. ³ Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A - 10000 UI, Vit. D3 - 2500 UI, Vit. E – 18,12 mg, Ácido fólico – 0,75 mg, Pantotenato de cálcio – 20 mg, Biotina – 6 mg, Niacina – 30 mg, Piridoxina – 2,50 mg, Riboflavina – 0,70 mg, Tiamina – 2,50 mg, Vit. B12 – 37,50 mcg, Vit. K3 – 12,5 mg, Colina – 783 mg. ⁴ 5 gramas de complexo enzimático por 100 kg de ração. ⁵ Valores nutricionais dos ingredientes, propostos por ROSTAGNO et al. (2005), exceto a polpa cítrica.

No primeiro dia de cada período para avaliação da digestibilidade, foram adicionadas às dietas 1% de CAI. Após três dias de fornecimento destas dietas, foi realizada a colheita de 400g de fezes diretamente do reto de todos os animais, duas vezes ao dia, durante três dias consecutivos, sendo as amostras mantidas congeladas.

Ao final do período de coleta, as fezes de cada animal foram descongeladas, homogeneizadas e amostradas. As porções de fezes foram submetidas à pré-secagem, em estufa com circulação de ar forçada a 55° C durante 72 horas, e posterior moagem em moinho do tipo “facas” com peneira com crivos de 1 mm. As amostras de ração foram apenas moídas.

As amostras de fezes e ração processadas foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da FCAV - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, determinando-se os teores de MS, PB, Cálcio, Fósforo, FDN e FDA, de acordo com SILVA & QUEIROZ (2002), sendo a FDN e a FDA pelo método sequencial. A determinação da CAI, foi de acordo com SCOTT & BOLDAJI (1997) e a EB em bomba calorimétrica do tipo Parr.

A partir dos valores determinados por estas análises, foram calculados os coeficientes de digestibilidade (CD) aparente da MS, MM, FDN, FDA, PB, EB, os coeficientes de disponibilidade de cálcio e fósforo, bem como os nutrientes e energia digestíveis, o cálcio e o fósforo disponíveis de cada dieta, todos com base na matéria seca.

Manejo de abate

Os animais foram destinados ao abate, quando atingiram o peso médio de 98,81 ± 10,64kg. Estes abates ocorreram no dia seguinte à última pesagem e os animais foram submetidos a jejum sólido por 12h antes do embarque para o frigorífico. O embarque no setor de suinocultura, o transporte e o desembarque no frigorífico, tiveram duração de aproximadamente duas horas. Os animais permaneceram em descanso no frigorífico por 12h, quando então foram abatidos. Foi utilizado atordoamento com descarga elétrica, com posteriores sangria, escalda, depilação e evisceração. Após a evisceração, as carcaças foram serradas longitudinalmente ao meio e as duas meias

carcaças foram então pesadas. Relacionando-se o peso vivo com o peso das duas meias carcaças, obteve-se o rendimento de carcaça.

De acordo com o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (ABCS, 1973), as carcaças foram colocadas por 24h em câmara fria (-2° C), sendo em seguida realizadas na meia carcaça direita, as seguintes mensurações: comprimento da carcaça; espessura média de toucinho, resultante das espessuras de toucinho nas alturas da primeira e última vértebras torácicas e última vértebra lombar; medidas do músculo *Longissimus dorsi* (ou área de olho de lombo) e de gordura, que foram tomadas na altura da última costela (região de inserção da última vértebra torácica com a primeira lombar), limpando-se a área do músculo e fazendo registro digital de imagens e utilizando-se o Software de engenharia AutoCAD® para realizar as mensurações. Estabelecidos os dois parâmetros e com os valores, foi determinada a relação gordura/carne, obtida por meio da divisão da área de gordura pela área de olho de lombo.

Foram também realizadas as mensurações do peso da carcaça quente (PCQ) sem patas e cabeça, espessura de toucinho (ET6) e profundidade de lombo (PL6), obtidas entre a última e a penúltima costelas, a seis centímetros da linha dorsal média, sendo estas medidas tomadas na meia carcaça direita resfriada, com auxílio de um paquímetro, de modo a simular a leitura efetuada com a pistola de tipificação (GUIDONI, 2000).

Com os valores de PCQ, ET6 e PL6, foram calculadas a quantidade de carne magra (QCM) e a porcentagem de carne magra (%CM), de acordo com as seguintes equações propostas por GUIDONI (2000):

$$QCM = 7,38 - 0,48 * ET6 + 0,059 * PL6 + 0,525 * PCQ$$

$$\%CM = 65,92 - 0,685 * 0,094 * PL6 - 0,026 * PCQ$$

Com os valores de %CM e PCQ foi determinado o índice de bonificação (IB), sendo este um fator de correção do valor da carcaça, expresso em porcentagem, conforme a seguinte fórmula descrita por FÁVERO et al. (1997):

$$IB = 37,004721 + 0,094412 * PCQ + 1,144822 * \%CM - 0,000053067 * PCQ * \%CM + 0,000018336 * PCQ^2 + 0,000409 * \%CM^2$$

Delineamento experimental e análises estatísticas

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2, sendo quatro níveis de polpa cítrica, com ou sem a adição do complexo enzimático, com nove repetições e um animal constituindo a parcela experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (1998). As suposições para as normalidades dos resíduos foram verificadas pelo teste de Cramer-von Mises, de acordo com EVERITT (1998). O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + CE_i + NI_j + B_k + NI * CE_{ij} + e_{ijk},$$

Em que:

Y_{ijk} – valor observado na unidade experimental que recebeu o complexo enzimático i, no nível de polpa cítrica j, no bloco k;

μ - constante associada a cada observação;

CE_i – efeito do complexo enzimático i, i = 1, 2;

NI_j – efeito do nível de polpa cítrica j, j = 0, 5, 10, 15%;

B_k – efeito do bloco k, k = 1, 2... 9;

$NI * CE_{ij}$ – interação entre o nível de polpa cítrica j x complexo enzimático i;

e_{ijk} – erro aleatório da unidade experimental ijk.

Para as interações significativas ($P < 0,05$), os níveis de polpa cítrica foram comparados por classes de adição de complexo enzimático. Se as diferenças foram significativas ($P < 0,05$), os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial, tendo como variável independente o nível de polpa cítrica adicionado às dietas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho

Os valores de consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) nos diferentes períodos analisados, estão apresentados nas Tabela 4 e Figura 1.

No Período 1, apenas o CDR foi influenciado ($P=0,0356$) pelos diferentes níveis de polpa cítrica, sendo observada redução linear no consumo à medida em que os níveis aumentaram (Figura 1a). O CDR também foi influenciado ($P=0,0239$) no Período 2, apresentando redução linear (Figura 1b). Com estes resultados encontrados para CDR neste Período e o fato do GDP não ter sido afetado ($P>0,05$) pelos diferentes níveis de polpa cítrica, houve melhora linear ($P=0,0346$) nas conversões alimentares (Figura 1c). No Período 3 não foram notadas diferenças para as variáveis estudadas.

DOMÍNGUEZ (1995) justificou que a polpa cítrica apresenta baixa palatabilidade, o que pode ter reduzido o consumo das dietas contendo níveis crescentes do produto, neste trabalho. Anteriormente, DAVIS (1947) observou que os suínos apresentaram redução voluntária no consumo de dietas contendo polpa cítrica, devido à presença de substâncias que conferem sabor amargo a este ingrediente. De acordo com BAIRD et al. (1974), suínos mais jovens tendem a ter maiores restrições a alimentos com baixa palatabilidade, o que foi verificado no presente trabalho.

De acordo com SANTOMÁ (1997), o tipo de fibra ingerida, pode influenciar a capacidade de retenção de água, sendo esta variável relacionada com a presença de pectina, a qual pode aumentar a viscosidade no trato gastrointestinal e afetar o trânsito digestivo, por diminuir o fluxo da digesta no intestino, aumentar a capacidade de absorção de água (RAINBIRD et al., 1984; SCHNEEMAN, 1999), manter a saciedade física por maior tempo e diminuir o estímulo do animal em consumir ração (KYRIAZAKIS & EMMANS, 1995). Porém, CASTRO Jr. et al. (2005) notaram que ingredientes ricos em pectina são bem digeridos pelos suínos, que são capazes de se adaptarem a novos ingredientes presentes nas dietas (KYRIAZAKIS, 1994), o que também foi observado neste estudo.

Tabela 4. Valores médios de consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) para os períodos 1, 2 e 3, de suínos recebendo rações com diferentes níveis de inclusão (NI) de polpa cítrica, com (+) ou sem (-) a adição do complexo enzimático (CE).

	NI e CE												Significância	CV ² , %
	0		5		10		15							
	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	NI	CE		
Período 1 ¹														
CDR ^a	1,96	2,09	2,08	2,02	1,94	1,79	1,76	1,84	0,0356	NS	NS	NS	NS	15,30
GDP	0,83	0,88	0,89	0,84	0,85	0,74	0,71	0,80	NS	NS	NS	NS	NS	19,94
CA	2,30	2,37	2,35	2,46	2,27	2,42	2,43	2,47	NS	NS	NS	NS	NS	11,03
Período 2														
CDR ^a	2,55	2,52	2,57	2,49	2,44	2,26	2,31	2,25	0,0239	NS	NS	NS	NS	12,31
GDP	0,99	0,96	1,06	1,01	0,98	0,90	0,91	0,92	NS	NS	NS	NS	NS	15,14
CA ^a	2,59	2,57	2,43	2,47	2,49	2,47	2,45	2,43	0,0346	NS	NS	NS	NS	6,15
Período 3														
CDR	2,74	2,57	2,71	2,61	2,61	2,41	2,43	2,42	NS	NS	NS	NS	NS	12,74
GDP	1,01	0,97	1,01	1,00	0,98	0,93	0,93	0,95	NS	NS	NS	NS	NS	12,80
CA	2,72	2,67	2,68	2,60	2,65	2,60	2,58	2,53	NS	NS	NS	NS	NS	6,51

¹ Período 1 – dos 70 aos 101 dias; Período 2 – dos 70 aos 130 dias; Período 3 – dos 70 aos 147 dias de idade; ² CV - Coeficientes de variação; ³ Não significativo (P>0,05);

^a Efeito linear (P<0,05) para níveis de inclusão.

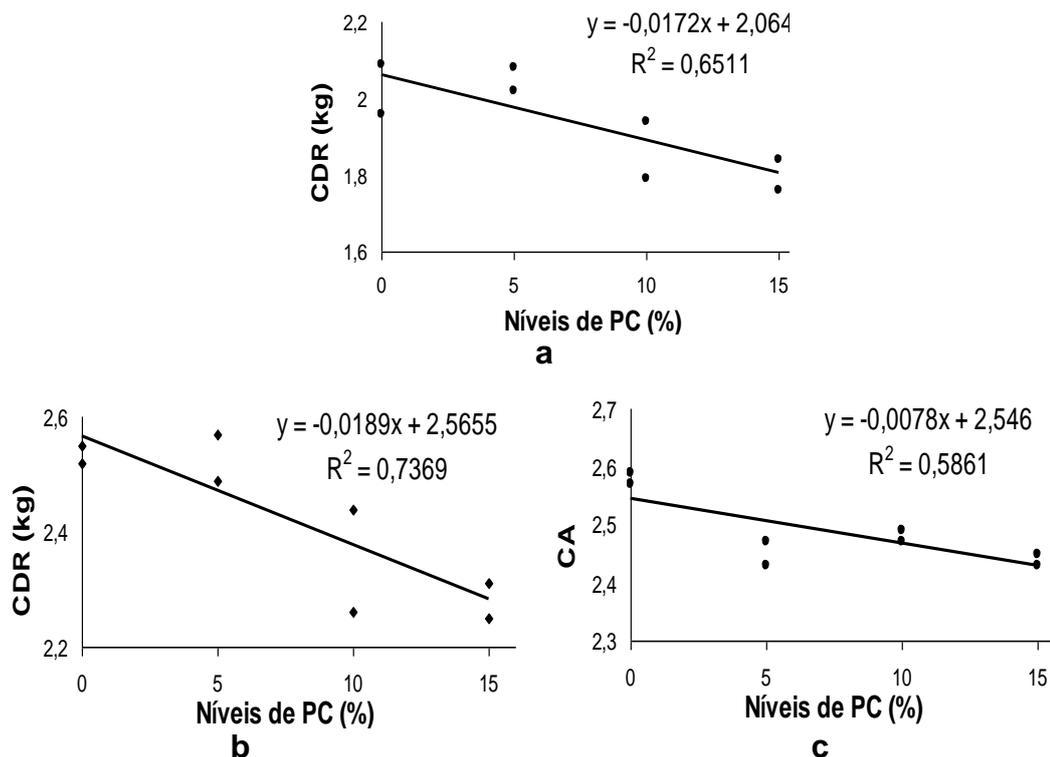


Figura 1. Consumo diário de ração CDR (a) no Período 1, consumo diário de ração CDR (b) e conversão alimentar CA (c) no Período 2, de suínos nas fases de crescimento, recebendo diferentes níveis de polpa cítrica nas rações.

A adição ou não do complexo enzimático, não afetou ($P > 0,05$) as variáveis estudadas, não sendo também observadas interações significativas entre os níveis de polpa cítrica e a presença ou não do referido complexo. OFFICER (1995) e OMOGBENIGUN et al. (2004) também não observaram efeito no consumo de ração, quando utilizaram um complexo enzimático nas dietas de suínos. Da mesma forma, RODRIGUES et al. (2002) verificaram que a utilização do complexo enzimático nas rações, não foi eficiente em melhorar o desempenho dos suínos, nas fases de crescimento e terminação.

Para o GDP não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) nos períodos avaliados. Estudos anteriores demonstraram que níveis elevados de parede celular, inibem o crescimento dos suínos, em razão da diluição da energia da dieta (KASS et al., 1980). CALVERT (1991) relatou ainda, que elevado nível de fibra na ração de suínos, pode estimular a interação entre este nutriente, os minerais e o nitrogênio, diminuindo a utilização da energia e aumentando a taxa de passagem da digesta.

SANTOMÁ (1997) notou que dietas com alta concentração de fibra, foram incompatíveis com a concentração mínima de nutrientes necessários para aumentar a velocidade de crescimento. Isso não foi observado no presente estudo, tendo em vista que as rações foram isoenergéticas, mediante a adição de óleo de soja.

Os resultados do presente experimento, estão de acordo com os obtidos por PLUSKE & LINDEMANN (1998), que pesquisaram os efeitos de um complexo enzimático contendo amilase, celulase, pentosanase, protease e α -galactosidase, sobre o desempenho de suínos em crescimento, consumindo dietas contendo cevada e farelo de soja ou cevada e canola respectivamente, e não verificaram interferências do complexo enzimático sobre o desempenho. RUIZ et al. (2008) também não observaram efeitos sobre o desempenho dos animais, quando utilizaram um complexo enzimático contendo amilase, celulase, pentosanase, α -galactosidase e protease, adicionado às rações de suínos em crescimento.

Por outro lado, LINDEMANN et al. (1997) avaliaram a suplementação de dietas com um complexo enzimático contendo protease, celulase, pentosanase, α -galactosidase e amilase, e verificaram aumento no ganho diário de peso dos suínos em crescimento e terminação. OMOGBENIGUN et al. (2004) observaram que utilizando uma combinação apropriada de enzimas nas rações de suínos, pode haver melhora na utilização das dietas contendo ingredientes de baixa qualidade, aumentando a flexibilidade na formulação destas dietas e reduzindo custos.

Os mesmos resultados foram observados com enzimas isoladas. JENSEN (1998) que trabalhou com a suplementação de β -glucanase na dieta de suínos em crescimento, verificou diminuição da viscosidade da digesta, embora não tenha observado melhorias no desempenho dos animais. Dados semelhantes foram encontrados por CARNEIRO et al. (2007), que trabalharam com xylanase, adicionada às rações de suínos em crescimento.

Porém, DIERICK & DECUYPERE (1994) notaram que existem diversos produtos comerciais contendo enzimas isoladas ou complexos enzimáticos, e que a suplementação das dietas com complexo enzimático, promove melhores resultados do que a utilização de enzimas isoladas. Contudo, CHESSON (1993) relatou anteriormente, que é de extrema importância conhecer a preparação do complexo, uma vez que as condições nas quais as enzimas são produzidas são diferentes. LECZNIESKI (2006) afirmou que fatores específicos inerentes às condições de

fabricação das enzimas, tais como: tipo e cepa de microrganismo, meio de cultura utilizado, condições de fermentação, processamento e controle dos processos, entre outros, podem influenciar o desempenho dos animais.

No presente estudo, a utilização do complexo enzimático não foi capaz de melhorar o desempenho dos animais. É possível que estes resultados estejam associados a níveis inadequados das enzimas no complexo utilizado ou ao nível de inclusão do complexo nas rações.

Digestibilidade das rações

Nas Tabela 5 e Figuras 2 e 3, estão apresentados os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e de disponibilidade do cálcio e fósforo, das dietas experimentais para suínos na fase de crescimento (Digestibilidade 1), em função dos níveis de inclusão de polpa cítrica, com ou sem a adição do complexo enzimático.

Observou-se efeito quadrático ($P < 0,0001$), com ponto de mínimo, para todos os coeficientes de digestibilidade e de disponibilidade, com relação aos níveis de inclusão da polpa cítrica, sem a adição do complexo enzimático, exceto para FDA. De acordo com as equações obtidas, os menores coeficientes de digestibilidade e de disponibilidade, estimados para MS, PB, EB, FDN (Figura 2), cálcio e fósforo (Figura 3), foram observados com a inclusão de 6,56; 6,47; 6,34; 4,69; 6,19 e 4,94% de polpa cítrica, respectivamente.

Para os níveis de inclusão de polpa cítrica, suplementados com complexo enzimático, notou-se efeito quadrático ($P < 0,0001$) com ponto de máximo, sobre os coeficientes de digestibilidade e disponibilidade da MS, PB, EB, FDN, FDA e fósforo, com exceção do cálcio que apresentou aumento linear (Figura 3a). Assim, os maiores coeficientes de digestibilidade para MS, PB, EB, FDN, FDA (Figura 2) e fósforo (Figura 3b), de acordo com as equações obtidas, foram encontrados para os níveis de 11,22; 12,30; 11,31; 11,86; 11,00 e 11,47% de inclusão de polpa cítrica nas rações, respectivamente.

Estes resultados evidenciaram que a adição do complexo enzimático nas dietas, para suínos na fase de crescimento, contendo diferentes níveis de polpa cítrica, melhorou os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e de disponibilidade do fósforo, indicando a possível atuação das enzimas sobre os componentes fibrosos contidos na polpa cítrica.

Tabela 5. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade (CD) e de disponibilidade (CD) de cálcio e fósforo, das dietas contendo diferentes níveis de inclusão (NI) de polpa cítrica, com (+) ou sem (-) a adição do complexo enzimático (CE), para suínos em crescimento.

	NI												Significância	CV ¹ , %
	0		5		10		15		NI	CE	NI*CE			
	-	+	-	+	-	+	-	+						
	Coeficiente de digestibilidade/disponibilidade, %													
MS ^{bc}	84,88	77,61	68,44	87,83	85,52	91,88	83,82	90,56	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	2,87	
PB ^{bc}	77,70	72,16	52,28	81,41	78,29	89,17	77,52	87,32	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	4,65	
EB ^{bc}	83,72	77,53	68,01	87,01	84,95	92,31	83,66	90,32	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	2,92	
FDN ^{bc}	52,92	33,38	14,61	66,69	70,47	80,66	65,80	79,23	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	6,55	
FDA ^c	45,65	18,31	22,72	50,52	62,76	73,77	44,88	61,89	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	8,11	
Cálcio ^{ab}	47,40	46,85	15,20	41,65	43,50	70,71	58,61	65,92	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	10,75	
Fósforo ^{bc}	57,19	45,83	30,55	74,60	66,80	85,61	73,76	83,32	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	5,08	

¹ Coeficientes de variação; ^a Efeito linear para diferentes níveis de inclusão de PC com complexo enzimático; ^b Efeito quadrático para diferentes níveis de inclusão de PC sem complexo enzimático; ^c Efeito quadrático para diferentes níveis de inclusão de PC com complexo enzimático.

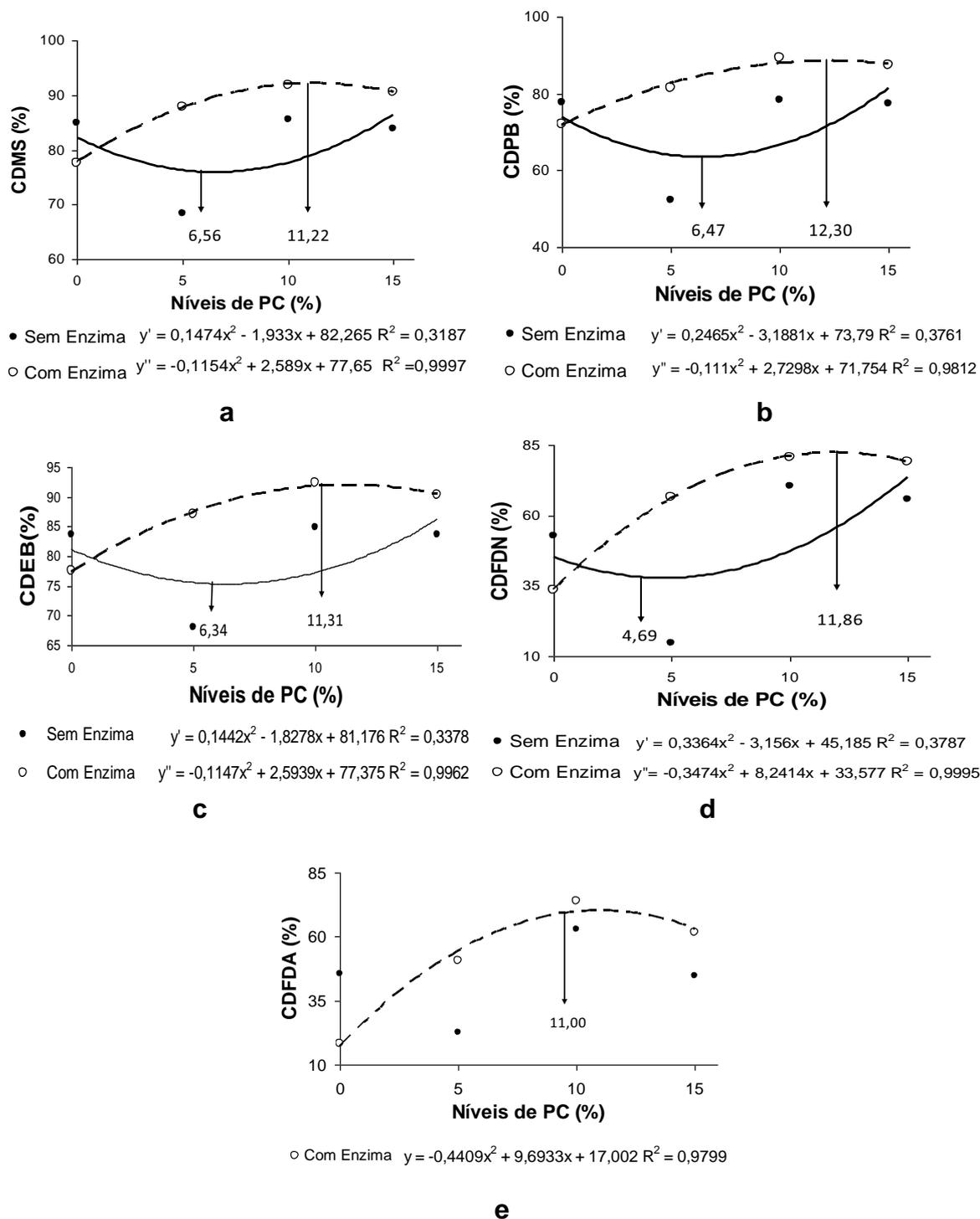


Figura 2. Coeficientes de digestibilidade da MS – CDMS (a), proteína bruta – CDPB (b), energia bruta – CDEB (c), fibra em detergente neutro – CDFDN (d) e ácido – CDFDA (e), de dietas para suínos em crescimento, em função dos níveis de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático.

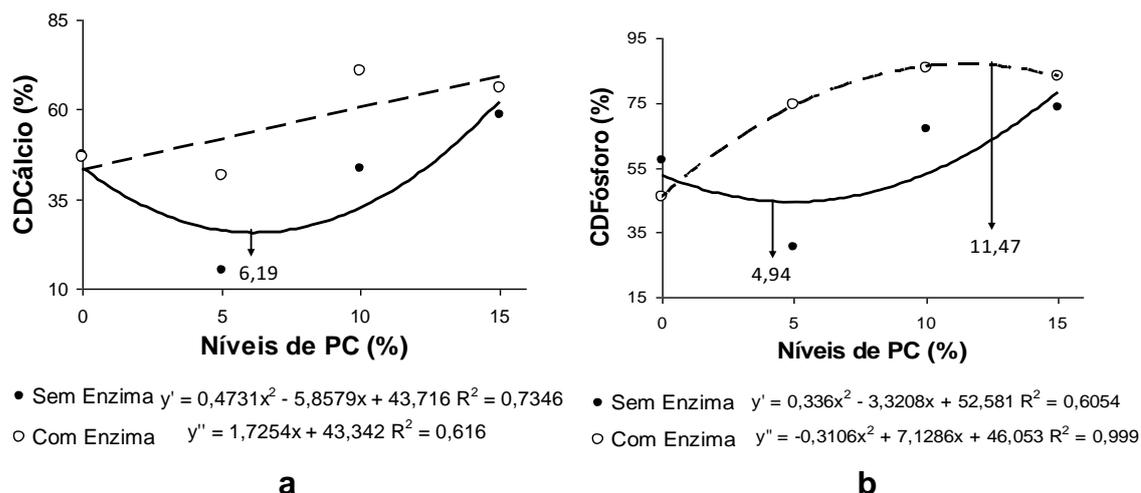


Figura 3. Coeficientes de disponibilidade do cálcio – CDCálcio (a) e fósforo – CDfósforo (b), de dietas para suínos em crescimento, em função dos níveis de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático.

Nas Tabela 6 e Figuras 4 e 5, estão apresentados os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e de disponibilidade do cálcio e fósforo, das dietas experimentais para suínos na fase de terminação (Digestibilidade 2), em função dos níveis de inclusão de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático.

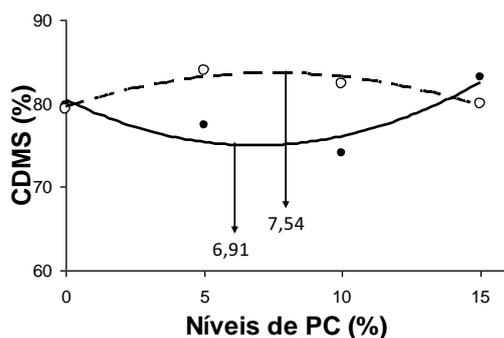
Notou-se efeito quadrático ($P < 0,0001$), com ponto de mínimo, para todos os coeficientes de digestibilidade e de disponibilidade, com relação aos níveis de inclusão da polpa cítrica, sem a adição do complexo enzimático, exceto para o fósforo, que apresentou redução linear (Figura 5b). De acordo com as equações, os menores coeficientes de digestibilidade e de disponibilidade, estimados para MS, PB, EB, FDN, FDA (Figura 4) e cálcio (Figura 5a), foram encontrados aos níveis de 6,91; 7,73; 6,77; 1,70; 7,10 e 4,35% de inclusão de polpa cítrica nas rações, respectivamente.

Para os coeficientes de digestibilidade e de disponibilidade, em relação aos níveis de inclusão de polpa cítrica suplementados com complexo enzimático, apenas para a FDA não se observou efeito quadrático (Figura 4e), com ponto de máximo, a qual apresentou aumento linear ($P < 0,0001$). Os maiores coeficientes de digestibilidade e de disponibilidade, estimados para MS, PB, EB, FDN (Figura 4), cálcio e fósforo (Figura 5), foram aos níveis de 7,54; 5,56; 8,00; 12,63; 6,39 e 8,22% de inclusão de polpa cítrica nas rações, respectivamente.

Tabela 6. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade (CD) e de disponibilidade (CD) do cálcio e fósforo das dietas contendo diferentes níveis de inclusão (NI) de polpa cítrica, com (+) ou sem (-) a adição do complexo enzimático (CE), para suínos em terminação.

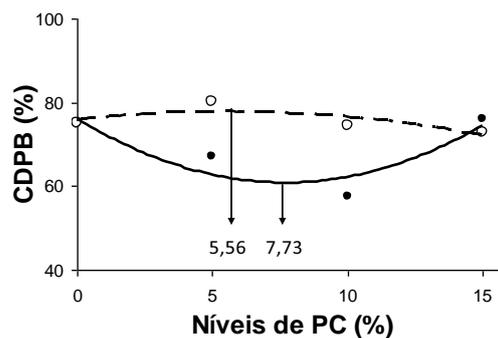
	NI												CV ¹ , %
	0		5		10		15		Significância				
	-	+	-	+	-	+	-	+	NI	CE	NI*CE		
	Coeficiente de digestibilidade/disponibilidade, %												
MS ^{cd}	79,76	79,31	77,42	83,99	73,99	82,41	83,17	79,94	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	2,29
PB ^{cd}	74,73	75,12	67,25	80,08	57,69	74,31	75,95	72,99	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	4,61
EB ^{cd}	79,15	79,83	76,95	83,50	74,30	83,03	82,57	80,94	0,0028	<0,0001	<0,0001	<0,0001	2,67
FDN ^{cd}	34,84	45,60	37,94	57,74	41,11	53,76	55,40	58,90	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	7,53
FDA ^{bc}	43,59	18,21	16,66	29,04	17,18	40,68	51,56	48,61	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	10,05
Cálcio ^{cd}	30,65	34,16	37,87	44,96	24,58	39,13	70,92	28,04	<0,0001	0,0029	<0,0001	<0,0001	15,03
Fósforo ^{ad}	52,07	46,19	52,47	60,13	44,97	58,71	51,27	51,69	0,0003	0,0004	<0,0001	<0,0001	8,25

¹ Coeficientes de variação; ^a Efeito linear para diferentes níveis de inclusão de PC sem complexo enzimático; ^b Efeito linear para diferentes níveis de inclusão de PC com complexo enzimático; ^c Efeito quadrático para diferentes níveis de inclusão de PC sem complexo enzimático; ^d Efeito quadrático para diferentes níveis de inclusão de PC com complexo enzimático.



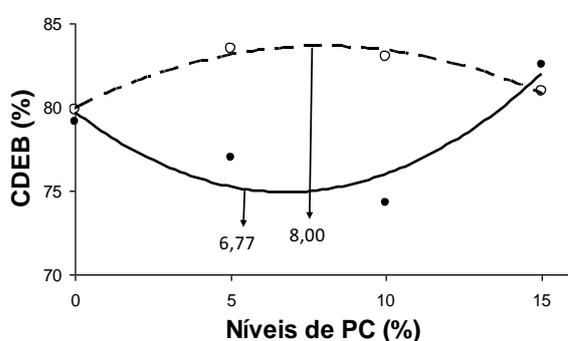
- Sem Enzima $y' = 0,1152x^2 - 1,592x + 80,445$ $R^2 = 0,7909$
- Com Enzima $y' = -0,0715x^2 + 1,0787x + 79,579$ $R^2 = 0,8987$

a



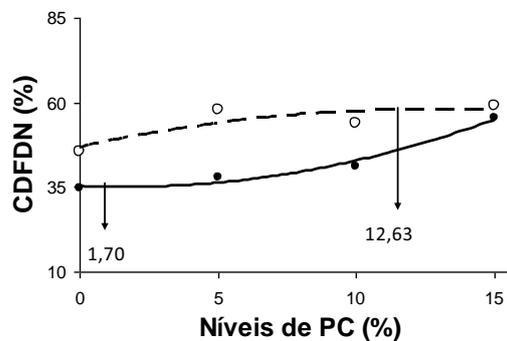
- Sem Enzima $y' = 0,2574x^2 - 3,979x + 76,225$ $R^2 = 0,7892$
- Com Enzima $y' = -0,0628x^2 + 0,6988x + 75,879$ $R^2 = 0,5996$

b



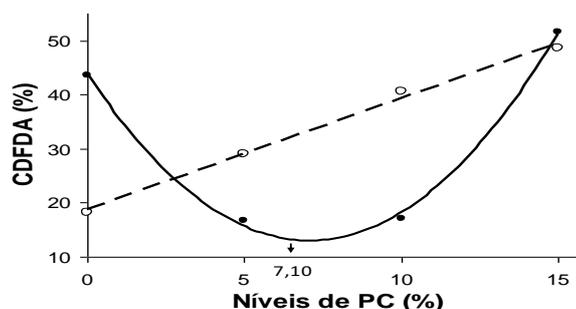
- Sem Enzima $y' = 0,1047x^2 - 1,4183x + 79,719$ $R^2 = 0,8242$
- Com Enzima $y' = -0,0576x^2 + 0,9212x + 79,956$ $R^2 = 0,9648$

c



- Sem Enzima $y' = 0,1119x^2 - 0,3815x + 35,393$ $R^2 = 0,9754$
- Com Enzima $y' = -0,07x^2 + 1,7684x + 46,862$ $R^2 = 0,7067$

d



- Sem Enzima $y' = 0,6131x^2 - 8,7079x + 43,911$ $R^2 = 0,9979$
- Com Enzima $y' = 2,0568x + 18,709$ $R^2 = 0,9941$

e

Figura 4. Coeficientes de digestibilidade da MS – CDMS (a), proteína bruta – CDPB (b), energia bruta – CDEB (c), fibra em detergente neutro – CDFDN (d) e ácido – CDFDA (e), de dietas para suínos em terminação, em função dos níveis de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático.

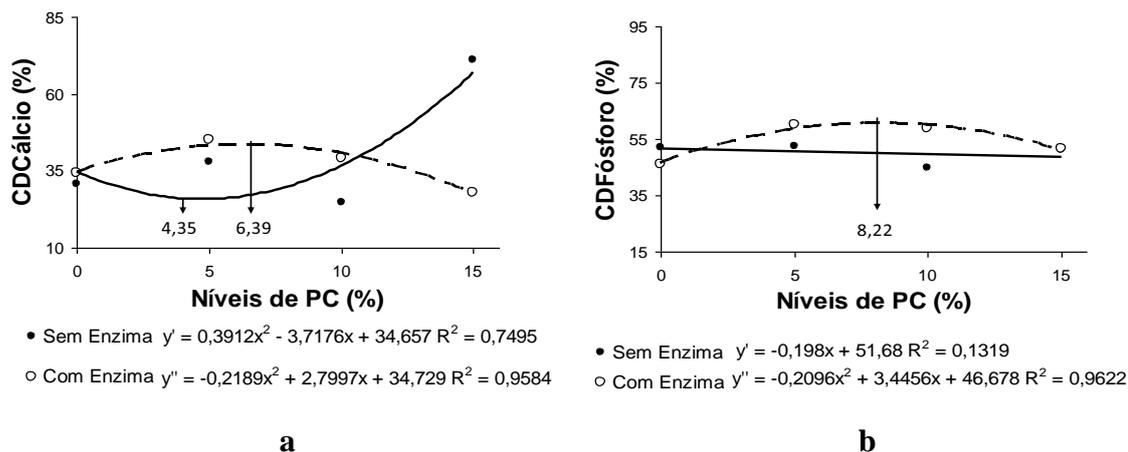


Figura 5. Coeficientes de disponibilidade do cálcio – CDCálcio (a) e fósforo – CDFósforo (b) de dietas para suínos em terminação, em função dos níveis de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático.

A fibra dietética é definida como a fração do alimento que não pode ser digerida por enzimas digestivas dos não ruminantes (JENSEN, 1998 e MEDEIROS & SANTIAGO, 1998), pois estes não produzem enzimas capazes de degradar a fibra (VAREL & YEN, 1997). Dietas ricas em fibra são responsáveis por modificações nos processos de ingestão e de digestão dos nutrientes (GOMES et al., 2006).

A inclusão de fibra nas dietas, pode ser indesejável pelos efeitos negativos sobre as digestibilidades dos nutrientes, da energia, dos próprios componentes da fibra (NOBLET & PEREZ, 1993) e na absorção dos minerais (CASTRO Jr. et al., 2005), por encapsular os nutrientes e aumentar a viscosidade da digesta (COWAN et al., 1996), o que acarreta a substituição dos substratos para enzimas digestivas, como o amido, por outros não digestíveis pelas secreções do animal (FRAGA et al., 2008).

Os resultados encontrados na literatura são variados e dependem do tipo e dos níveis de fibras em cada ingrediente. SAUER et al. (1991) observaram que diferentes níveis de fibra na alimentação de suínos, reduziram as digestibilidades da matéria seca, proteína bruta e energia, e concluíram que essa diminuição foi causada pelo aumento da síntese de proteína bacteriana no intestino grosso. OWUSU-ASIEDU et al. (2006) também encontraram resultados semelhantes, tendo observado que a utilização de celulose e pectina purificadas, aumentou a viscosidade da digesta e reduziu as interações entre substratos e enzimas.

MROZ et al. (2000) estudaram as digestibilidades da casca de café, mandioca e polpa de beterraba para suínos em terminação, e verificaram que a energia digestível foi semelhante entre estes ingredientes, enquanto, as proteínas digestíveis foram menores para a polpa de beterraba e a casca de café em relação à mandioca. GRAHAM et al. (1986) verificaram anteriormente, redução de 4% na proteína bruta das rações para suínos em terminação, quando substituíram o milho por polpa de beterraba.

EGGUM (1995) observou ainda, redução na disponibilidade dos minerais, quando adicionou fibra na dieta e DINTZIS et al. (1995) justificaram que essa redução pode ser devido às capacidades de troca catiônica e de absorção de água apresentadas pela fibra.

Por outro lado, MEJÍA et al. (2001) trabalharam com diferentes níveis de polpa cítrica (0, 5, 10, 15 e 20%) na dieta de suínos na fase de crescimento, e não encontraram diminuições nas digestibilidades da matéria seca, proteína e energia bruta. Dados semelhantes foram encontrados por LIBÃO-MERCADO et al. (2006), que utilizaram pectina purificada na alimentação de suínos em crescimento, e não observaram influência na digestibilidade da proteína.

SCHULZE et al. (1994) trabalharam com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na dieta de suínos na fase de crescimento e concluíram que 20% dessa fração foi degradada antes do íleo e o restante foi passível de fermentação após este segmento do intestino, o que pode justificar a sua maior digestibilidade. GRALA et al. (1999) trabalhando com ervilha (fibra solúvel) na dieta de leitões, verificaram maior digestibilidade da fibra em detergente neutro, em comparação com as rações contendo farelo de soja ou casca de colza.

Pode-se justificar ainda que os suínos se adaptam rapidamente a alimentos fibrosos, e que a ação da fibra sobre a digestibilidade dos nutrientes, depende da fonte utilizada. As fibras solúveis, como a pectina encontrada na polpa cítrica, são passíveis de fermentação, podendo ser aproveitadas pelos suínos (KNUDSEN & HANSEN, 1991 e CASTRO Jr. et al. 2005), proporcionando efeitos benéficos sobre a microbiota do trato gastrintestinal (WENK, 2001; QUILES & HEVIA, 2007), diminuindo o esvaziamento gástrico e aumentando as secreções endógenas (WILFART et al. 2007).

GALASSI et al. (2004) substituindo parcialmente o milho por farelo de trigo ou polpa de beterraba seca, nas rações de suínos em terminação, não encontraram diminuição na digestibilidade da energia bruta, o que também foi observado por FERREIRA et al. (2005), os quais notaram que a inclusão de até 10% de polpa cítrica na dieta de suínos na fase de terminação, não influenciou as digestibilidades da matéria seca, proteína e energia bruta.

Os resultados encontrados no presente estudo, confirmaram os observados por estes autores, citados anteriormente, tendo visto que na ausência do complexo enzimático, os diferentes níveis de polpa cítrica adicionado às rações dos suínos, nas fases de crescimento e terminação, não alteraram os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e da energia, nem os coeficientes de disponibilidade do cálcio e fósforo.

De modo geral, a inclusão do complexo enzimático nas dietas, melhorou os coeficientes de digestibilidade e de disponibilidade das rações. Estudos confirmaram que as enzimas degradam a fibra, rompem a parede celular, permitem que as enzimas endógenas do animal tenham acesso ao interior das células, levando conseqüentemente, à liberação de nutrientes passíveis de absorção (GRAHAM, 1996), reduzem a viscosidade intestinal (CANTOR, 1995), modificam os locais de digestão e absorção das fibras (INBORR et al., 1993), deslocando para o intestino delgado (FENGLER & MARQUARDT, 1988), promovem a livre circulação das enzimas (LECZNIESKI, 2006), melhoram a digestão da proteína e aumentam a metabolização da energia, levando ao melhor desempenho dos animais.

INBOOR et al. (1993) observaram que a suplementação enzimática nas dietas dos suínos, pode servir para complementar a produção de enzimas endógenas e aumentar a digestibilidade da fibra e dos demais componentes da dieta, o que provavelmente ocorreu no presente trabalho.

No atual estudo, onde trabalhou-se com um complexo enzimático contendo xylanase, β -glucanase, celulase, pectinase e protease, notou-se melhora nos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes estudados e esses resultados estão de acordo com OMOGBENIGUN et al. (2004), que incluíram celulase, galactase, mananase e pectinase nas dietas de suínos em crescimento e observaram melhoras nas digestibilidades da matéria seca, energia bruta, proteína bruta, amido e dos polissacarídeos não amiláceos.

Vários trabalhos, como os citados a seguir, demonstraram efeitos positivos da adição de enzimas isoladas ou de complexos enzimáticos, sobre a digestibilidade das rações. Estudos *in vitro* mostraram que uma combinação de carboidrases foi mais eficaz na quebra dos polissacarídeos não amiláceos das rações contendo farelo de soja, canola ou ervilhas, do que quando carboidrases isoladas foram utilizadas (MENG et al., 2006).

GDALA et al. (1997) estudaram a digestibilidade ileal de carboidratos, proteína e energia de duas dietas, uma contendo trigo, cevada e grão de soja e a outra ervilha, girassol extrusado e grão de soja, para suínos em crescimento e observaram que a adição de α -galactosidase, xylanase, β -glucanase, α -amilase e protease, juntas na forma de um complexo ou isoladas, melhorou a digestibilidade dos nutrientes das duas dietas. RODRIGUES et al. (2002) estudaram o efeito de duas fontes energéticas, milho e sorgo, com adição de amilase, xylanase, β -glucanase e pectinase para suínos em crescimento, e verificaram que as enzimas melhoram a digestibilidade das duas fontes energéticas.

LI et al. (1996) suplementaram dietas contendo farelo de soja e cevada, para suínos em crescimento, utilizando β -glucanase e xylanase, e verificaram melhorias nas digestibilidades aparentes, ileal e fecal, da matéria seca, energia bruta e proteína bruta. Os mesmos autores ainda realizaram uma segunda avaliação, adicionando as mesmas enzimas às dietas contendo trigo e farelo de soja, e encontraram melhorias apenas na digestibilidade da energia bruta.

MAVROMICHALIS et al. (2000) utilizaram xylanase nas dietas contendo farelo de trigo para leitões nas fases de creche, crescimento e terminação e observaram que a adição da enzima influenciou positivamente a digestibilidade dos nutrientes. YIN et al. (2001) conduziram um experimento testando cinco variedades de cevada e a adição das enzimas β -glucanase, xylanase e de um complexo enzimático (β -glucanase, xylanase e protease), nas dietas de suínos e constataram melhoras nas digestibilidades dos aminoácidos, fibra em detergente neutro, energia bruta, proteína bruta e dos polissacarídeos não amiláceos, observando também redução na fermentação no intestino grosso, e isso provavelmente aconteceu pela melhor absorção dos nutrientes. O'CONNELL et al. (2006) encontraram melhores resultados nas digestibilidades da energia bruta e hemicelulose, quando suínos na fase de

terminação, receberam rações contendo cevada ou trigo, com inclusão de β -glucanase e xylanase.

A quebra de certos polissacarídeos não amiláceos solúveis, pode servir de substrato para a proliferação de bactérias benéficas, em detrimento das nocivas no intestino delgado dos animais (BEDFORD, 2000). HOGBERG & LINDBERG (2004) verificaram que o aumento da concentração de polissacarídeos não amiláceos e da suplementação enzimática nas rações, influenciou na proporção dos ácidos graxos de cadeia curta produzidos no íleo, indicando modificações na microbiota.

Além das variações em função da natureza dos PNA's, ocorrem também alterações de seus efeitos em função da idade do animal, sendo um importante fator na resposta à suplementação enzimática (LIU & BAIDOO, 1997). O impacto da suplementação das rações com enzimas exógenas, sobre a digestão dos nutrientes, declina com a idade do suíno, particularmente porque a capacidade digestiva melhora com a idade em virtude da maior produção de enzimas endógenas e do aumento da microbiota do intestino (LINDEMANN et al., 1987). Assim, fatores antinutricionais presentes nestes ingredientes, afetam mais severamente os animais jovens do que os adultos, fato que possibilita maior expressão dos efeitos positivos das enzimas exógenas adicionadas às dietas (RUIZ et al., 2008).

A possibilidade de melhorar a digestibilidade dos nutrientes, com a utilização de enzimas isoladas ou de complexo enzimático, tende a ser menor quando dietas contendo ingredientes altamente digestíveis são fornecidas aos suínos (JOHNSON et al., 1993). Assim, realizar a suplementação enzimática das dietas, pode ser mais benéfico, quando as dietas contêm ingredientes de menor qualidade.

Características de carcaça

Os dados referentes às características de carcaça dos suínos, em função dos níveis de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático, bem como os resultados das análises estatísticas, estão apresentados na Tabela 7. Os diferentes níveis de polpa cítrica nas dietas, não influenciaram ($P>0,05$) as características de carcaça, com exceção apenas do rendimento de carcaça, que apresentou redução linear ($P=0,0055$), à medida em que os níveis do subproduto aumentaram (Figura 6).

Tabela 7. Valores médios das características de carcaça de suínos e análises estatísticas para os diferentes níveis de inclusão (NI) de polpa cítrica, com (+) ou sem (-) a adição do complexo enzimático (CE).

Variáveis	NI e CE												CV ¹ , %
	0		5		10		15		Significância				
	-	+	-	+	-	+	-	+	NI	CE	NI*CE		
Peso final, kg	99,33	95,91	99,56	99,24	99,25	94,08	91,23	98,14	NS ²	NS	NS	NS	9,58
Peso da carcaça, kg	77,10	74,39	77,18	77,58	76,18	72,24	68,31	74,39	NS	NS	NS	NS	9,38
Rendimento de carcaça, % ^a	77,65	77,62	77,48	78,06	76,78	76,64	74,58	75,79	0,0055	NS	NS	NS	2,97
Comprimento de carcaça, cm	93,06	90,28	91,78	91,33	91,13	91,61	89,44	90,00	NS	NS	NS	NS	3,93
Esp. média de toucinho, mm	25,20	28,11	26,37	27,88	28,08	25,23	25,38	26,00	NS	NS	NS	NS	16,60
Área de olho de lombo, cm ²	35,50	38,03	35,26	37,83	34,36	33,97	33,07	35,02	NS	NS	NS	NS	21,42
Área de gordura, cm ²	17,32	17,87	17,09	16,02	16,98	14,42	11,66	16,26	NS	NS	NS	NS	27,25
Relação gordura/carne ^{a, b}	0,48	0,47	0,49	0,42	0,46	0,38	0,35	0,47	NS	NS	NS	0,0158	20,55
Peso da carcaça quente, kg	71,41	68,90	71,48	71,85	70,56	66,91	63,27	68,90	NS	NS	NS	NS	9,56
ET6, mm	10,93	12,81	12,58	12,91	13,77	9,62	11,32	10,91	NS	NS	NS	NS	26,56
PL6, mm	57,03	55,92	55,80	57,70	57,37	57,90	53,63	56,66	NS	NS	NS	NS	8,34
Carne magra na carcaça, kg	42,99	40,70	42,16	42,31	41,20	41,30	38,33	41,66	NS	NS	NS	NS	7,82
Carne magra na carcaça, %	61,94	60,61	60,69	60,63	60,04	63,03	61,53	61,98	NS	NS	NS	NS	3,51
Índice de bonificação, %	116,08	113,54	114,61	114,57	113,84	116,97	115,45	115,99	NS	NS	NS	NS	2,06

¹ Coeficientes de Variação; ² Não significativo (P>0,05); ^a Efeito linear para nível de inclusão de PC sem complexo enzimático; ^b Efeito quadrático para nível de inclusão de PC com complexo enzimático.

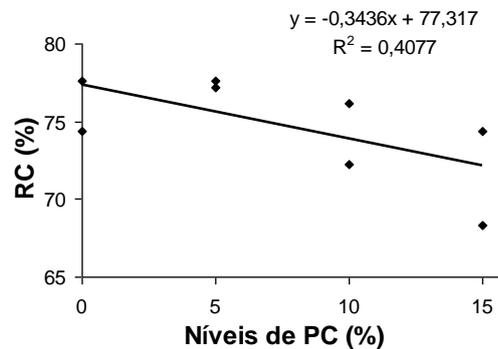


Figura 6. Rendimento de carcaça – RC de suínos recebendo diferentes níveis de polpa cítrica nas rações, sem a adição do complexo enzimático.

Estes resultados foram semelhantes aos encontrados anteriormente por POND et al. (1988) e SANTOMÁ (1997), os quais afirmaram que o tipo de fibra utilizada nas rações de suínos, pode aumentar o tamanho dos órgãos do trato gastrointestinal, diminuindo o rendimento de carcaça. JORGENSEN et al. (1996) também observaram aumento no peso dos órgãos do trato gastrointestinal dos suínos quando adicionaram pectina purificada e ervilha às rações. WATANABE (2007) confirmou esses resultados, observando diminuições no rendimento de carcaça dos suínos, quando trabalhou com polpa cítrica.

O peso da carcaça não foi influenciado ($P > 0,05$) pelos diferentes níveis de polpa cítrica ou pela presença ou não do complexo enzimático. Resultados diferentes foram encontrados por PLUSKE et al. (1998), que encontraram efeitos negativos nas carcaças, quando trabalharam com goma guar, rica em PNA's solúveis, nas dietas de suínos.

Os tratamentos experimentais, também não afetaram ($P > 0,05$) o comprimento de carcaça, a espessura média de toucinho, a área de olho de lombo, a área de gordura, o PCQ, a ET6, a PL6, a quantidade de carne magra, a porcentagem de carne magra e o índice de bonificação. Estes resultados foram semelhantes aos observados por BERTOL et al. (1999) e VIEIRA et al. (2003), que também não notaram efeito de diferentes níveis de fibra sobre estas variáveis, para suínos em terminação.

Porém, WATANABE (2007) encontrou resultados diferentes, ao observar que a inclusão de 8,03% de polpa cítrica proporcionou melhora na área de olho de lombo, sendo este um dos principais parâmetros utilizados para a tipificação de carcaça.

Quantidades maiores de fibra nas dietas, sem a presença de óleo, podem diminuir a eficiência do consumo energético pelos suínos em crescimento e terminação, diminuindo a energia disponível para armazenamento sob a forma de lipídeos (FRAGA et al., 2008). No presente trabalho, para que as dietas fossem isoenergéticas, foi necessária a adição de óleo, o que compensou a adição da fibra proveniente da polpa cítrica.

A presença ou não do complexo enzimático nas dietas, não influenciou ($P>0,05$) as características de carcaça. Não foi observada interação ($P>0,05$) para as características avaliadas, exceto para a relação gordura/carne ($P=0,0158$), a qual encontra-se na Figura 7.

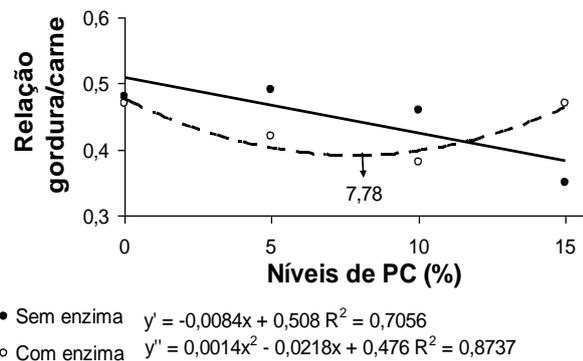


Figura 7. Relação gordura/carne observada em suínos recebendo diferentes níveis de polpa cítrica nas rações, com ou sem a adição do complexo enzimático.

Quando os níveis de inclusão de polpa cítrica foram suplementados com o complexo enzimático, observou-se efeito quadrático ($P=0,001$), com o ponto de mínimo, e o nível de 7,78% de polpa cítrica determinou a menor relação gordura/carne.

NOBLET (1996) relatou que a deposição de gordura é correspondente à quantidade de energia que o animal consome e que excede suas necessidades para manutenção do metabolismo e produção de carne. CLOSE (1994) e MOESER et al.

(2002) verificaram que alimentos fibrosos influenciaram negativamente o aproveitamento da energia da dieta. Porém, a utilização de complexos enzimáticos aumentou a digestibilidade dos nutrientes (HANNAS & PUPA, 2003). Isso pode justificar os resultados obtidos para relação gordura/carne, observados no presente trabalho.

FRAGA et al. (2008) afirmaram que a melhoria da qualidade da carcaça é correspondente ao aumento do índice de bonificação pelo sistema de tipificação de carcaças. A bonificação ou penalização do produtor vai depender do peso e da porcentagem de carne magra na carcaça (FÁVERO et al., 1997).

CONCLUSÕES

A inclusão de até 15% de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático nas dietas para suínos, não apresentaram diferenças no desempenho.

A inclusão de polpa cítrica na dieta de suínos nas fases de crescimento e terminação, não modifica as digestibilidades dos nutrientes até o nível de 15% e quando adicionou-se o complexo enzimático, houve melhora na digestibilidade de todos os nutrientes estudados, indicando que o produto tem ação sobre os componentes fibrosos.

As características de carcaça não são influenciadas pelos níveis de polpa cítrica, exceto o rendimento de carcaça, que diminui linearmente. A relação gordura/carne, também diminuiu linearmente à medida em que aumentam os níveis de polpa cítrica, na ausência do complexo enzimático. Na presença do complexo enzimático, a relação gordura/carne apresenta comportamento quadrático e o nível de 7,78% de polpa cítrica, determina a menor relação.

REFERÊNCIAS

ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Método brasileiro de classificação de carcaça**, Estrela: ABCS, 1973, 17 p. (Publicação Técnica, 2).

ABECitrus. Associação Brasileira de Exportadores de Cítricos. **A história da laranja e farelo de polpa cítrica (“Pellets”)**. Disponível em: <www.abecitrus.com.br>. Acesso em: 27 janeiro 2009.

BAIRD, D. M.; ALLISON, J. R.; HEATON, E. K. The energy value for and influence of citrus pulp in finishing diets for swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 38, n. 3, p. 545-553, 1974.

BEDFORD, M. R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition - their current value and future benefits. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 86, p. 1 - 13, 2000.

BERTOL, T. M.; LUDKE, J. V.; BELLAVAR, C. Avaliação de diferentes programas de restrição alimentar para suínos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999. Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p. 223-224.

CALVERT, C. C. Fiber utilization by swine. In: MILLER, E.R.; ULLREY, D. W.; LEWIS A.J. (Ed.) **Swine Nutrition**. Butterworth Heinemann, 1991. p 285-296.

CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidades para uso no Brasil. In: RONDA LATINO AMERICANA DE BIOTECNOLOGIA, 5., 1995, Curitiba, **Anais...** Curitiba: Alltech, 1995. p. 31-42.

CARNEIRO, M.; LORDELO, M.; CUNHA, L. F.; FREIRE, J. Microbial activity in the gut of piglets: II. Effect of fibre source and enzyme supplementation. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 108, p. 262-265, 2007.

CASTRO Jr., F. G.; CAMARGO, J. C. M.; CASTRO, A. M. M. G.; BUNDIÑO, F. E. L. Fibra na alimentação de suínos. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 62, p. 265-280, 2005.

CHESSON, A. Feed enzymes. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 45, p. 65–79, 1993.

CLOSE, W. H. Fibrous diets for pigs. **Pig News and Information**, Oxon, v. 15, p. 65, 1994.

COWAN, W. D.; KORSEBAK, A.; HASTRUP, T.; RAZMUSSEN, P. B. Influence of added microbial enzymes on energy and protein availability of selected feed ingredients. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 60, p. 311-319, 1996.

DAVIS, W. B. Determination of flavonoids in citrus fruit. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 19, n. 7, p. 476-478, 1947.

DIERICK, N. A.; DECUYPERE, J. A. Enzymes and growth in pigs. In: COLE, D. J. A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M. A. (Ed). **Principles of Pig Science**, Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p. 169-195.

DINTZIS, F. R.; LASZLO, J. A.; NELSEN, T. C.; BAKER F. L.; CALVERT, C. C. Free and total ion concentrations in pig digesta. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 1138-1146, 1995.

DOMÍNGUEZ, P. L. Pulpa de cítricos en la alimentación de cerdos. **Revista Computadorizada de Producción Porcina**, Habana, v. 2, n. 2, p. 1-14, 1995.

EGGUM, B. O. The influence of dietary fibre on protein digestion and utilization in monogastrics. **Archives of Animal Nutrition**, United Kingdom, v. 48, p. 89-95, 1995.

EVERITT, B. S. The Cambridge Dictionary of Statistics. In: **The Medical Sciences**, 2. ed., Cambridge: Cambridge University Press, 1998, 360 p.

FÁVERO, J. A.; GUIDONI, A. L.; BELLAYER, C. Predição do índice de valorização de carcaça suína em função do peso e do percentual de carne. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1997. p. 405-406.

FENGLER, A. I. MARQUARDT, R. R. Water-soluble pentosans from rye: II. Effects on the rate of dialysis and the retention of nutrients by the chick. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 65, p. 298-306, 1988.

FERREIRA, W. M.; FONTES, D. O.; SILVA, F. C. O.; MEJÍA, A. M. G.; OLIVEIRA, S. G.; SALOMÃO, J. A. J. Digestibilidade aparente dos principais nutrientes de dietas com diferentes níveis de inclusão de polpa cítrica para suínos em terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 13., 2005, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABREVES, 2005. p. 392-393.

FRAGA, A. L.; THOMAZ, M. C.; KRONKA, R. N.; BUDIÑO, F. E. L.; HUAYNATE, R. A. R.; MALHEIROS, E. B. Restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 869-875, 2008.

GALASSI, G.; CROVETTO, G. M.; RAPETTI, L.; TAMBURINI, A. Energy and nitrogen balance in heavy pigs fed different fibre sources. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 85, p. 253–262, 2004.

GDALA, J.; JOHANSEN, H. N.; KNUDSEN, B. K. E.; KNAP, I. H.; WAGNER, P.; JORGENSEN, O. B. The digestibility of carbohydrates, protein and fat in the small and large intestine of piglets fed non-supplemented and enzyme supplemented diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 65, p. 15-33, 1997.

GOMES, J. D. F.; FUKUSHIMA, R. S.; PUTRINO, S. M.; GROSSKLAUS, C.; LIMA, G. J. M. M. Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro na dieta de suínos sobre a morfologia dos órgãos digestivos e não digestivos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 202 – 209, 2006.

GRAHAM, H. Mode of action of feed enzymes in diets based on low viscous and viscous grains. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1996. p. 60-69.

GRAHAM, H.; HESSELMAN, K.; AMAN, P. The influence of wheat bran and sugar-beet pulp on the digestibility of dietary components in a cereal-based pig diet. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 116, p. 242–251, 1986.

GRALA, W.; VERSTEGEN, M. W. A.; JANSMAN, A. J. M.; HUISMAN, J.; VAN LEEUWEN, P. Apparent protein digestibility and recovery of endogenous nitrogen at the terminal ileum of pigs fed diets containing various soyabean products, peas or rapeseed hulls. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 80, p. 231–245, 1999.

GUIDONI, A. L. Melhoria dos processos para tipificação de carcaça suína no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000, Concórdia. **Anais eletrônicos...** Disponível em:

<<http://www.cnpsa.embrapa.br/pork>>. Acesso em: 22 junho 2007.

HANNAS, M. I.; PUPA, J. M. R. Enzimas: uma alternativa viável para enfrentar a crise na suinocultura. **Revista PorkWorld**, Campinas, v. 2, n. 13, p. 48-51, 2003.

HOGBERG, A.; LINDBERG, J. E. Influence of non-starch polysaccharides on digestion site and gut environment in growing pigs. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 87, p. 121-130, 2004.

INBORR, J.; SCHMITZ, M.; AHRENS, F. Effect of adding fibre and starch degrading enzymes to a barley/wheat based diet on performance and nutrient digestibility in different segments of the small intestine of early weaned pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 44, p. 113-127, 1993.

JENSEN, M. S. Effect of β -glucanase supplementation on pancreatic enzyme activity and nutrient digestibility in piglets fed diets based on hulled and hullless barley varieties. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 72, p. 329–345, 1998.

JOHNSON, R.; WILLIAMS, P.; CAMPBELL, R. Use of enzymes in pig production. *In* WENK, C.; BOESSINGER, M., (Ed). **Enzymes in Animal Nutrition**. Kartause Ittingen, Switzerland, 1993. p. 49–60.

JORGENSEN, H.; ZHAO, X.; EGGUM, B. O. The influence of dietary fibre and environmental temperature on the development of the gastrointestinal tract, digestibility, degree of fermentation in the hind-gut and energy metabolism in pigs. **British Journal of Nutrition**, London, v. 75, p. 365-378, 1996.

KASS, M. L.; VAN SOEST, P. J.; POND, W. G. Utilization of dietary fibre from alfafa by growing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 50, p. 192-197, 1980.

KNUDSEN, B. K. E.; HANSEN, I. Gastrointestinal implications in pigs of wheat and oat fractions. 1. Digestibility and bulking properties of polysaccharides and other major constituents. **British Journal of Nutrition**, London, v. 65, p.217–232, 1991.

KYRIAZAKIS, I.; EMMANS, G. C. The voluntary feed intake of pigs given feeds based on wheat bran, dried citrus pulp and grass meal, in relation to measurements of feed bulk. **British Journal of Nutrition**, London, v.73, p.191-207, 1995.

KYRIAZAKIS, I. The voluntary food intake and diet selection of pigs. In: COLE, D. J. A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M. A. **Principles of Pig Science**. Loughborough: Nottingham University Press, 1994. p. 85-106.

LECZNIESKI, J. L. Considerações práticas do uso de enzimas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 5., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: AveSui, 2006. p. 34-46.

LI, S.; SAUER, W. C.; HUANG, S. X.; GABERT, V. M. Effect of β -glucanase supplementation to hulless barley or wheat - soybean meal diets on the digestibilities of energy, protein, β -glucans and amino acids in young pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 1649-1656, 1996.

LIBÃO-MERCADO, A. J.; LEESOM, S.; LANGER, S.; MARTY, B. J.; LANGE, C. F. M. Efficiency of utilizing ileal digestible lysine and threonine for whole body protein deposition in growing pigs is reduced when dietary casein is replaced by wheat shorts. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p.1362-1374, 2006.

LINDEMANN, M. D.; KORNEGAY, E. T.; MELDRUM, J. B.; SCHURIG, G.; GWAZDAUSKAS, F. C. The effect of feeder space allowance on weaned pig performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, p. 8-14, 1987.

LINDEMANN, M. D.; GENTRY, J. L.; MONEGUE, H. J.; CROMWELL, G. L. Determination of the contribution of the enzyme combination to the growth performance of pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 184-193, 1997.

LIU, Y.; BAIDOO, S. K. Exogenous enzymes for pig diets: an overview. In: Enzymes in poultry and swine nutrition. 1997. Disponível em: <http://web.idrc.ca/en/ev-30967-201-1-DO_TOPIC.html> Acesso em 24 de abril de 2009.

MEDEIROS, S. L. S.; SANTIAGO, G. S. Fibra – composição química e seu efeito na nutrição de suínos. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, n. 26, p. 15-21, 1998.

MEJÍA, G. A.; FERREIRA, W. M.; OLIVEIRA, S. G.; ARAÚJO, V. L. Efeito da inclusão de polpa cítrica seca na dieta sobre desempenho de suínos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 812–814.

MENG, X.; SLOMINSKI, B. A.; CAMPBELL, L. D.; GUENTER, W.; JONEST, O. The use of enzyme technology for improved energy utilization from full-fat oilseeds. Part I: Canola Seed. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, p. 1025–1030, 2006.

MOESER, A. J.; KIM, I. B.; VAN HEUGTEN, E.; KEMPEN, T. A. T. G. The nutritional value of degermed, dehulled corn for pigs and its impact on the gastrointestinal tract and nutrient excretion. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 2629-2638, 2002.

MROZ, Z.; MOESER, A. J.; VREMAN, K.; VAN DIEPEN, J. T.; VAN KEMPEN, T.; CANH, T. T.; JONGBLOED, A. W. Effects of dietary carbohydrates and buffering capacity on nutrient digestibility and manure characteristics in finishing pigs **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 3096-3106, 2000.

NOBLET, J.; PEREZ, J. M. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 12, p. 3389-3398, 1993.

NOBLET, J. Net energy for growth in pigs: application to low protein, amino acid supplemented diets. In: THE ONLINE RESOURCE FOR THE PORK INDUSTRY, 1996, Urbana. **Proceedings...** Urbana: University of Illinois extension, 1996. p. 15-25.

O'CONNELL, J. M.; CALLAN, J. J.; O'DOHERTY, J. V. The effect of dietary crude protein level and exogenous enzyme supplementation on nutrient digestibility, nitrogen excretion, faecal volatile fatty acid concentration and ammonia emissions from pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 127, n. 1-2, p. 73-78, 2006.

OFFICER, D. I. Effect of multi-enzyme supplements on the growth performance of piglets during the pre and pos weaning periods. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 56, p. 55-65, 1995.

OMOGBENIGUN, F. O.; NYACHOTI, C. M.; SLOMINSKI, B. A. Dietary supplementation with multienzyme preparations improves nutrient utilization and growth performance in weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 1053–1061, 2004.

OWUSU-ASIEDU, A.; PATIENCE, J. F.; LAARVELD, B.; VAN KESSEL, A. G.; SIMMINS P. H.; ZIJLSTRA, R. T. Effects of guar gum and cellulose on digesta passage rate, ileal microbial populations, energy and protein digestibility, and performance of grower pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 843-852, 2006.

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

POND, W. G.; JUNG, H. G.; VAREL, V. H. Effect of dietary fiber on young adult genetically lean, obese and contemporary pigs: body weight, carcass measurements, organ weights and digesta content. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, p. 699-706, 1988.

PLUSKE, J. R.; LINDEMANN, M. D. Maximizing the response in pig and poultry diets containing vegetable protein by enzyme supplementation. In: ALLTECH ANUAL SYMPOSIUM, 14., 1998, Lexington, **Proceedings...** Loughborough: Nottingham University Press, p. 375-392, 1998.

PLUSKE, J. R.; PETHICK, D. W.; MULLAN, B. P. Differential effects of feeding fermentable carbohydrate to growing pig on performance, gut size and slaughter characteristics. **British Journal of Nutrition**, London, v. 67, n. 1, p. 147-156, 1998.

QUILES, A.; HEVIA, M. L. Papel de las pectinas en la alimentación del cerdo. **Producción Animal**, Madri, n. 236, p.1-16 , 2007.

RAINBIRD, A. L.; LOW, A. G.; ZEBROWSKA, T. Effect of guar gum on glucose and water absorption from isolated loops of jejunum in conscious growing pigs. **British Journal of Nutrition**, London, v. 52, p. 489-498, 1984.

RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T.; SILVA, H. O.; GONÇALVES, T. M. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações à base de milho e sorgo suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 2, p. 91-100, 2002.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas Brasileiras para**

Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2005, 186 p.

RUIZ, U. S.; THOMAZ, M. C.; HANNAS, M. I.; FRAGA, A. L.; WATANABE, P. H.; SILVA, S. Z. Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 458-468, 2008.

SANTOMÁ, G. Máximo de fibra en cerdos en cebo. Factores que influyen sobre el rendimiento de la canal. In: EFECTO DE LA FIBRA SOBRE EL REDIMENTO DE LA CANAL. 13., 1997. Madri, **Curso de especializacion fedna...** Madri, 1997. p. 1-30.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistic** – Cary: Institute, 1998.

SAUER, W. C.; MOSENTHIN, R.; AHRENS, F.; HARTOG, L. A. The effect of source of fiber on ileal and fecal amino acid digestibility and bacterial nitrogen excretion in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 4070 - 4077, 1991.

SCHNEEMAN, B. O. Fiber, inulin and oligofructose: similarities and differences. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 129, p. 1424-1427, 1999.

SCHULZE, H.; VAN LEENWEN, P.; VERSTEGEN, M. W. A.; HUISMAN, J.; SOUFFRANT, W. B.; AHRENS, F. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 2362-2368, 1994.

SCOTT, T. A.; BOLDAJI, F. Comparison of inert markers [chromic oxide or insoluble ash (Celite™)] for determining apparent metabolizable energy of wheat-or barley-based broiler diets with-or without enzymes. **Poultry Science**, Champaign, v.76, n.9, p. 594-598, 1997.

SILVA, F. A. M.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002, 235 p.

VAREL, V. H.; YEN, J. T. Microbial perspective on fiber utilization by swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 2715-2722, 1997.

VIEIRA, A. S.; BARBOSA, H. C. A.; ALMEIDA, F. Q.; SOUZA, R. M.; CAMPOS, J. F. Qualidade de carcaça de suínos em terminação submetidos a diferentes níveis de restrição alimentar. In: CONGRESSO DE PESQUISA CIENTÍFICA DA UFRRJ, 1., 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2003. p. 1-5.

WATANABE, P. H. **Polpa cítrica na restrição alimentar qualitativa para suínos em terminação**. 2007. f. 79. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

WATANABE, P. H.; THOMAZ, M. C.; RUIZ, U. S.; SANTOS, V. M.; PASCOAL, L. A. F.; SILVA, S. Z. Polpa cítrica na dieta de suínos abatidos aos 130 kg de peso: Desempenho e parâmetros séricos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal, **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007, CDROM.

WENK, C. The role of dietary fiber in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 90, n. 1-2, p. 21-33, 2001.

WILFART, A.; MONTAGNE, L.; SIMMINS, H.; NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. Effect of fibre content in the diet on the mean retention time in different segments of the digestive tract in growing pigs. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 109, p. 27-29, 2007.

YIN, Y. L.; McEVOY, J. D.; SHULZE, H.; McCracken, K. J. Effects of xylanase and antibiotic addition on ileal and faecal apparent digestibilities of dietary nutrients and evaluating HCl-insoluble ash as a dietary marker in growing pigs. **British Society of Animal Science**, London, v. 72, p. 95-103, 2001.

CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE POLPA CÍTRICA COM OU SEM A ADIÇÃO COMPLEXO ENZIMÁTICO NAS DIETAS DE SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

RESUMO – Com a finalidade de avaliar economicamente a inclusão da polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático, foram analisados os dados de desempenho de 72 suínos dos $25,71 \pm 7,51$ aos $98,81 \pm 10,64$ kg de peso. Com este peso final, os animais foram abatidos e dos valores (R\$) das carcaças, incluindo os índices de bonificação, foram descontados o valor de compra dos animais e os custos com alimentação, de acordo com cada tratamento. Para os custos de alimentação, foi observado aumento linear ($P=0,0190$), enquanto para as receitas brutas ($P=0,0328$) e líquidas ($P=0,0013$) parciais, foram encontradas reduções lineares em função dos níveis de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático. A redução da receita líquida parcial foi causada pela queda do rendimento das carcaças. Considerando a evolução dos preços do milho, farelo de soja e do suíno durante o ano de 2008, foram determinados 12 cenários diferentes para a receita líquida parcial e em todos eles, foram observadas reduções lineares em função da inclusão da polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático. Conclui-se que a utilização de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático, não consegue reduzir os custos com alimentação, não sendo economicamente viável sua inclusão nas rações de suínos nas fases de crescimento e terminação.

Palavras-chave: Custo da alimentação, receita bruta parcial, receita líquida parcial

CHAPTER 4 - ECONOMIC EVALUATION OF THE USE OF DIFFERENT LEVELS OF CITRUS PULP WITH OR WITHOUT THE ADDITION FOR IN ENZYME COMPLEX IN THE DIETS OF GROWING AND FINISHING PIGS

ABSTRACT - In order to economically evaluate the inclusion of citrus pulp, with or without the addition of the enzyme complex, the performance data of 72 pigs from 25.71 ± 7.51 to 98.81 ± 10.64 kg of body weight was analyzed. With this final weight, the animals were slaughtered and values (R\$) of the carcasses, including the rates of subsidy, were discounted the purchase value of the animals and the costs of feed were, according to each treatment. It was observed a linear increase ($P = 0.0190$), while for the gross receipts ($P = 0.0328$) and net ($P = 0.0013$) partials, linear reductions, because of the inclusion of the citrus pulp in the diet with or without the enzyme complex. The reduction in net revenues was partially caused by the fall in the yield of the carcasses. Considering the evolution of prices of corn, soybean meal and pork during 2008 were some 12 different scenarios for partial and net income were determined and in all three were linear reductions because of the inclusion of the citrus pulp in the diet with or without the enzyme complex. The use of citrus pulp with or without the addition of the enzyme complex was unable to reduce the costs of feed. There for it was not being economically viable for inclusion in the diets of pigs during the growing and finishing phases.

Keywords: Cost of food, gross income partial, net income partial

INTRODUÇÃO

O milho, principal fonte de energia nas rações, vem sendo utilizado para a produção de etanol, gerando grandes problemas para o setor suinícola, uma vez que este cereal representa cerca de 70% das dietas dos suínos. Assim, é necessário e importante que se encontre ingredientes alternativos para solucionar ou pelo menos amenizar esta dependência.

Neste contexto, o Brasil se destaca por ser um dos maiores produtores de citros do mundo (ABECitrus, 2009), sendo 75% da produção consumida na forma de suco, havendo assim, grande disponibilidade de resíduos das indústrias. Dentre os resíduos, o mais conhecido é a polpa cítrica, que apresenta custo relativamente baixo, dependendo da época do ano, com valores nutricionais favoráveis para utilização nas rações de suínos, tornando-se um possível substituto parcial ao milho

De maneira geral, dois pontos devem ser observados para se obter a redução dos custos com a alimentação. Um refere-se ao estudo de ingredientes alternativos, visando suas inclusões nas rações, e o outro diz respeito ao reconhecimento das potencialidades e restrições ao uso destes ingredientes nas diferentes fases de produção (BELLAVÉR & LUDKE, 2004). Visando estimular a produção de carcaças com maior aceitação no mercado, a utilização do sistema de tipificação é de extrema importância para o produtor (FÁVERO et al., 1997), visto que várias empresas estão bonificando o suinocultor por produzir carcaças de melhor qualidade (GUIDONI, 2000).

Assim, qualquer tentativa que vise reduzir o custo da alimentação, pode refletir sobre a eficiência econômica da suinocultura (SARAIVA et al., 2006), existindo uma tendência atual, motivada principalmente por fatores econômicos e ambientais, em substituir grão de cereais por subprodutos, tornando a polpa cítrica economicamente atraente.

Entretanto, por se tratar de um subproduto, apresenta um perfil energético diferente do milho, com menor digestibilidade, a qual pode ser melhorada com a suplementação de enzimas. BHAT (2000) relatou que a suplementação de enzimas, pode reduzir os custos da suinocultura, por possibilitar a utilização de ingredientes com

preços menores e concluiu ainda, que mais estudos seriam necessários para recomendar a combinação correta de enzimas exógenas, para uma ampla utilização nas dietas para suínos.

O objetivo deste trabalho foi analisar economicamente a inclusão de diferentes níveis de polpa cítrica, com ou sem a adição do complexo enzimático, para suínos nas fases de crescimento e terminação.

MATERIAL E MÉTODOS

A análise econômica da inclusão de diferentes níveis de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático nas dietas de suínos, foi baseada no custo destas dietas experimentais, apresentadas no Capítulo 3. O experimento foi conduzido no período de junho a agosto de 2008, e este foi o considerado para calcular o custo de cada dieta.

Os preços dos ingredientes que compuseram as rações, foram os praticados em Jaboticabal, nos meses de junho a agosto, sendo o custo da alimentação determinado a partir do consumo total de ração de cada animal durante o período experimental e do custo do kg da dieta. Para os cálculos foram utilizados os valores de espessura de toucinho (ET6), profundidade de lombo (PL6), peso da carcaça quente, sem patas e cabeça (PCQ), porcentagem de carne magra (%CM) e índice de bonificação (IB), apresentados no Capítulo 3.

Foi determinado o valor final, em reais, recebido pelos suínos (R\$ suíno 98 kg), dentro do sistema de tipificação, com base no IB, PCQ e preço do suíno vivo, conforme a seguinte fórmula, descrita por FÁVERO et al. (1997):

$$\text{R\$ suíno 98 kg} = (\text{IB} * [\text{preço do quilograma do suíno vivo} / 0,7145]) * \text{PCQ}$$

Pelo peso inicial (PI) médio de $25,71 \pm 7,51$ kg e o preço da arroba do suíno vivo, foi determinado o preço do suíno vivo inicial em junho de 2008, pela seguinte fórmula (informação verbal)¹:

¹ Informação fornecida por Eduardo Von Atzingen do site www.sossuino.com.br, em 2009.

$$\text{R\$ suíno 25 kg} = (\text{Preço @ do suíno vivo} * 0,10) * \text{PI}$$

Com os valores iniciais e finais obtidos com os animais e com o custo da alimentação, desconsiderando os custos operacionais e de depreciação das instalações, foram calculadas as receitas brutas e líquidas parciais, referentes ao mês de agosto de 2008, em reais (R\$), conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Receita bruta parcial} = \text{R\$ suíno 98 kg} - \text{R\$ suíno 25 kg}$$

$$\text{Receita líquida parcial} = \text{Receita bruta parcial} - \text{Custo da alimentação}$$

Ainda foram realizadas simulações de receitas líquidas, considerando os preços mensais do quilograma do suíno vivo, milho e farelo de soja no período de janeiro a dezembro de 2008 (Tabela 1), de acordo com a ABCS (2009) e sendo fixados os preços dos demais ingredientes (Tabela 2), obtendo-se assim, os valores das receitas líquidas parciais para cada mês dentro do período citado.

Tabela 1. Preços (R\$/kg) de milho, farelo de soja e suínos vivos, no período de janeiro a dezembro de 2008.

Mês	Milho	Farelo de Soja	Suíno vivo
Janeiro	0,49	0,77	2,86
Fevereiro	0,44	0,80	2,68
Março	0,43	0,76	2,87
Abril	0,42	0,74	2,70
Maio	0,44	0,75	2,96
Junho	0,44	0,83	3,25
Julho	0,46	0,84	3,52
Agosto	0,40	0,74	3,38
Setembro	0,38	0,77	3,44
Outubro	0,35	0,74	3,58
Novembro	0,32	0,75	2,88
Dezembro	0,34	0,74	2,86

Tabela 2. Preços (R\$/kg) dos demais ingredientes das dietas experimentais.

	Polpa cítrica	Calcário calcítico	Fosfato bicálcico	Sal comum	Óleo de soja	Suplemento vitamínico	Suplemento mineral
R\$ / kg	0,38	0,34	2,8	0,36	2,86	2,05	6,76

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro níveis de polpa cítrica, com ou sem a adição do complexo enzimático, com nove repetições e um animal constituindo a parcela experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (1998). As suposições para as normalidades dos resíduos foram verificadas pelo teste de Cramer-von Mises, de acordo com EVERITT (1998). O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + CE_i + NI_j + B_k + NI*CE_{ij} + e_{ijk},$$

Em que:

Y_{ijk} – valor observado na unidade experimental que recebeu o complexo enzimático i, no nível de polpa cítrica j, no bloco k;

μ - constante associada a cada observação;

CE_i – efeito do complexo enzimático i, i = 1, 2;

NI_j – efeito do nível de polpa cítrica j, j = 0, 5, 10, 15%;

B_k – efeito do bloco k, k = 1, 2... 9;

$NI*CE_{ij}$ – interação entre o nível de polpa cítrica j x complexo enzimático i;

e_{ijk} – erro aleatório da unidade experimental ijk.

Para as diferenças significativas ($P < 0,05$), os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial, tendo como variável independente o nível de polpa cítrica adicionado às dietas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 encontram-se os dados referentes aos custos do kg da ração, da alimentação, às receitas bruta e líquida parciais, em função dos diferentes níveis de inclusão da polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático, correspondentes aos meses de junho a agosto de 2008.

Apenas os níveis de polpa cítrica nas dietas afetaram ($P < 0,05$) as variáveis avaliadas, não sendo observados efeitos ($P > 0,05$) para a presença ou não do complexo enzimático e também não foram encontradas interações significativas.

Para os custos da alimentação (Figura 1a), observou-se aumento linear ($P = 0,0190$), enquanto para as receitas bruta (Figura 1b) e líquida (Figura 1c) parciais, foram encontradas reduções lineares ($P = 0,0328$ e $0,0013$, respectivamente), a medida em que aumentaram os níveis de polpa cítrica nas rações.

Embora os animais não tenham apresentado diferenças ($P > 0,05$) nas ET6, PL6, PCQ, porcentagem de carne magra e IB, notou-se que os custos da alimentação elevaram-se linearmente conforme aumentaram os níveis de polpa cítrica nas dietas (Figura 1a). Deve-se considerar, no entanto, que para manter as dietas isoenergéticas, com o aumento nos níveis de polpa cítrica, houve necessidade da adição de óleo de soja às rações, o que elevou seus custos.

Dados semelhantes foram observados por QUADROS et al. (2008), que ao utilizarem um ingrediente fibroso nas dietas, também adicionaram óleo para equilibrar a energia das mesmas, o que acarretou diminuição na receita líquida.

Tabela 3. Valores médios dos custos do kg de ração, da alimentação e das receitas bruta e líquida parciais, observadas para os suínos, alimentados com diferentes níveis de inclusão (NI) de polpa cítrica (PC), com (+) ou sem (-) a adição do complexo enzimático (CE).

Valores, R\$	NI e CE						Significância			CV ¹ , %		
	0		5		10		15		NI		CE	NI*CE
	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
Custo do kg da ração	0,54	0,54	0,59	0,59	0,62	0,62	0,62	0,62	0,65	0,65		
Custo da alimentação	106,97	100,30	116,66	112,35	121,06	108,73	111,25	120,71	0,0109	NS ²	NS	NS
Receita bruta parcial	285,25	265,81	280,01	279,74	270,98	259,24	235,88	267,18	0,0328	NS	NS	NS
Receita líquida parcial	178,29	165,51	163,35	167,40	149,92	150,51	124,63	146,47	0,0013	NS	NS	NS

¹ Coeficientes de variação (CV); ² Não significativo (P>0,05).

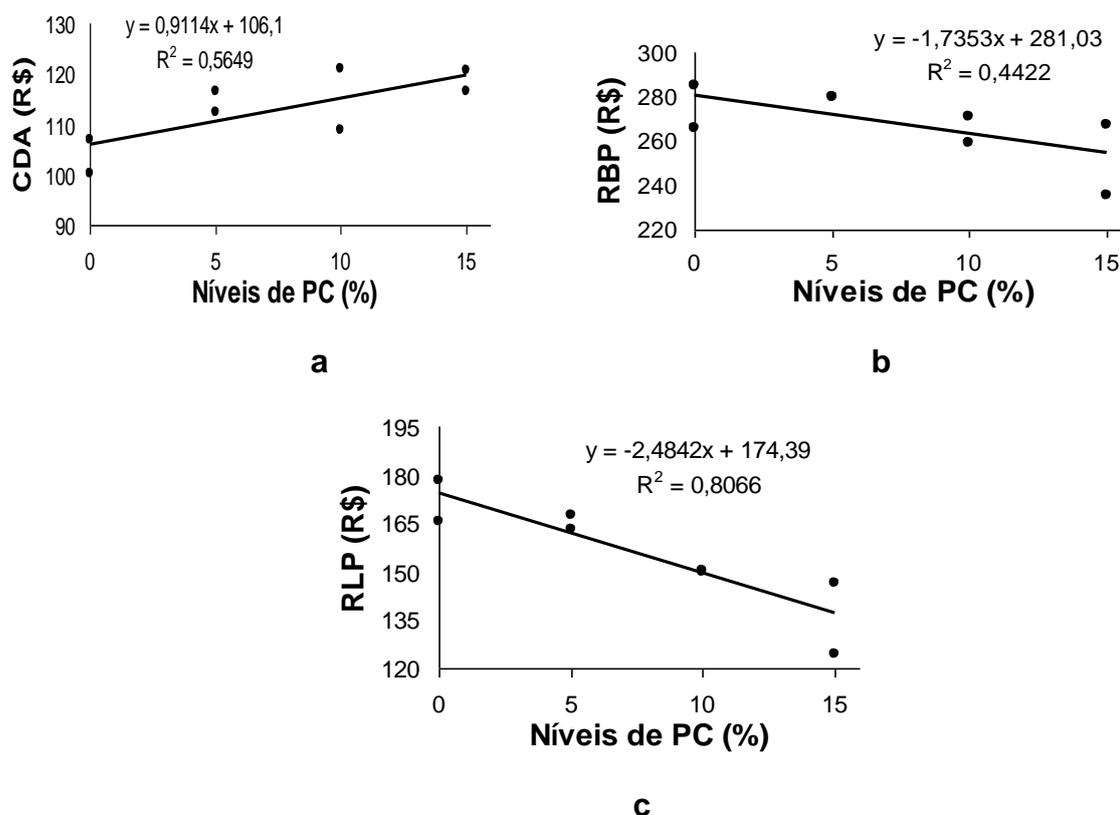


Figura 1. Custo da alimentação - CDA (a), receitas bruta - RBP (b) e líquida - RLP (c) parciais, referentes aos meses de junho a agosto de 2008, em função do nível de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático, às rações de suínos.

O rendimento de carcaça diminuiu ($P < 0,05$) conforme aumentaram os níveis de inclusão da polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático, influenciando também na queda das receitas bruta e líquida parciais. WATANABE et al. (2009) também observaram reduções no rendimento de carcaça, à medida em que os níveis de polpa cítrica aumentaram na dietas e concluíram que estas reduções, foram as principais responsáveis pelas quedas encontradas nas receitas bruta e líquida parciais.

Na Tabela 4 encontram-se os dados referentes às receitas líquidas parciais em função dos níveis de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático, ao longo do ano de 2008, sendo observadas reduções lineares ($P < 0,05$), em função da inclusão de níveis crescentes do subproduto.

Tabela 4. Receitas líquidas parciais, sob diferentes cenários de preços de milho, farelo de soja e suíno vivo, durante o ano de 2008, em função dos níveis (NI) de polpa cítrica, com (+) ou sem (-) a adição do complexo enzimático nas rações de suínos.

Meses	NI												CV ¹ , %	Valor de P Efeito Linear
	0		5		10		15							
	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+				
Janeiro	112,78	104,12	97,42	101,59	85,82	95,83	68,32	83,38	29,01	0,0005				
Fevereiro	103,64	95,65	88,46	92,50	76,97	86,79	60,40	74,22	30,31	0,0003				
Março	127,22	117,77	112,00	116,04	99,88	109,38	81,00	96,86	25,86	0,0004				
Abril	166,36	155,23	150,34	154,75	137,53	147,08	115,14	134,57	20,86	0,0005				
Mai	153,42	142,55	136,80	141,12	124,10	136,57	102,51	121,28	22,85	0,0006				
Junho	159,47	147,84	142,49	146,62	129,29	138,68	106,25	125,99	22,92	0,0005				
Julho	159,34	147,26	142,47	146,30	128,87	137,77	104,85	125,00	23,37	0,0004				
Agosto	178,29	165,51	163,35	167,40	149,92	158,76	124,63	146,48	21,10	0,0012				
Setembro	106,67	97,17	90,48	93,65	77,50	85,88	62,53	72,78	30,53	0,0001				
Outubro	101,40	91,91	85,21	88,16	72,06	80,16	56,96	66,96	32,38	0,0001				
Novembro	118,92	109,70	102,55	106,12	89,77	98,52	75,01	85,43	25,99	0,0001				
Dezembro	116,87	107,80	100,44	104,12	87,86	96,86	73,55	83,85	26,55	0,0001				

¹ Coeficientes de Variação.

A viabilidade econômica do uso da polpa cítrica nas dietas dos suínos, está vinculada principalmente ao preço do óleo, o qual supre a energia da dieta à medida em que aumentam os níveis do subproduto. Assim, como no período estudado, o preço deste ingrediente estava relativamente alto, as receitas líquidas apresentaram reduções lineares com o aumento nos níveis de polpa cítrica, para todos os meses de 2008.

FRAGRA et al. (2008) observaram que, somente quando as diferenças de preços, entre o ingrediente energético das rações, normalmente o milho, e o diluente energético, um ingrediente rico em fibra, foram superiores a quatro vezes, é que esta substituição pode ser economicamente viável. WATANABE et al. (2009) concluíram que a polpa cítrica pode melhorar o índice de bonificação, quando utilizada em programa de restrição alimentar para suínos pesados, porém ressaltaram que o preço do ingrediente tem que ser bem atrativo.

CONCLUSÕES

A utilização de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático, não consegue reduzir os custos com alimentação, não sendo economicamente viável sua inclusão nas rações de suínos nas fases de crescimento e terminação.

REFERÊNCIAS

ABCS. Associação Paulista de Criadores de Suínos. **Bolsa de suínos**. Disponível em: <<http://www.suinopaulista.com.br>>. Acesso em: 20 janeiro 2009.

ABECitrus. Associação Brasileira de Exportadores de Cítricos. **A história da laranja e farelo de polpa cítrica (“Pellets”)**. Disponível em: <www.abecitrus.com.br>. Acesso em: 27 janeiro 2009.

BELLAVER, C.; LUDKE, J. Considerações sobre os alimentos alternativos para dietas de suínos. In: ENIPEC, 1., 2004, Cuiabá: **PALESTRAS ENIPEC**, 2004. CDROM.

BHAT, M. K. Cellulases and related enzymes in biotechnology. **Biotechnology Advances**, Colney, v. 18, p. 355-383, 2000.

EVERITT, B. S. The Cambridge Dictionary of Statistics. In: **The Medical Sciences**, 2. ed., Cambridge: Cambridge University Press, 1998, 360 p.

FÁVERO, J. A.; GUIDONI, A. L.; BELLAVER, C. Predição do índice de valorização de carcaça suína em função do peso e do percentual de carne. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1997. p. 405-406.

FRAGA, A. L.; THOMAZ, M. C.; MARTINS, M. I. E. G.; KRONKA, R. N.; RUIZ, U. S.; SCANDOLERA, A. J. Avaliação econômica do uso da restrição alimentar quantitativa para suínos com elevado peso de abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1050-1054, 2008.

GUIDONI, A. L. Melhoria dos processos para tipificação de carcaça suína no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA,

1., 2000, Concórdia. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/pork>>. Acesso em: 22 junho 2007.

QUADROS, A. R. B.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C.; RIBEIRO, C. R.; PERDIGÃO, L.; KUTSCHENKO, M. Inclusão de diferentes níveis de casca de soja moída em dietas isoenergéticas para suínos em crescimento e terminação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 463-469, 2008.

SARAIVA, E. P.; BARROS, L. S.; SOARES, C. A.; ROCHA, V. R.; SILVA, F. S.; MELO, M. T. P.; SILVA, M. P. P.; CARVALHO, A. P.; CARDOSO, D. M.; OLIVEIRA, T. S. Utilização de cana-de-açúcar em dietas de suínos dos 30 aos 60 kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa, **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CDROM.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistic** – Cary: Institute, 1998.

WATANABE, P. H.; THOMAZ, M. C.; MARTINS, M. I. E. G.; RUIZ, U. S.; FRAGA, A. L.; SANTOS, V. M.; PASCOAL, L. A. F.; SILVA, S. Z. Receita bruta e líquida parcial e custo de dietas contendo polpa cítrica para suínos abatidos com 130kg de peso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 1, p. 203-210, 2009.

CAPÍTULO 5. IMPLICAÇÕES

O aumento da utilização do milho, na alimentação humana e na produção de energia renovável, leva ao aumento do seu preço, penalizando o suinocultor, visto que este ingrediente perfaz cerca de 70% das rações dos animais. Assim, há a necessidade de se utilizar ingredientes alternativos, que apresentem menor preço, mas que não afetem os parâmetros zootécnicos, como a polpa cítrica, que não modificou o desempenho, a digestibilidade das rações e as características de carcaça dos suínos, quando incluída até 15% nas rações. Entretanto, adição de complexo enzimático, melhorou a digestibilidade dos nutrientes, porém não o desempenho.

A utilização da polpa cítrica, com ou sem complexo enzimático, não conseguiu reduzir os custos com alimentação, não sendo economicamente viável sua utilização, o que pode ser justificado pelo cenário dos preços da polpa cítrica e do óleo de soja, que encontravam-se relativamente altos.

Porém, novas avaliações de ingredientes alternativos e de complexos enzimáticos, com cenários de preços diferentes, poderão ser importantes.