

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

**POLPA CÍTRICA NA RESTRIÇÃO ALIMENTAR QUALITATIVA
PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO**

Pedro Henrique Watanabe

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Fevereiro de 2007**

W324p Watanabe, Pedro Henrique
Polpa cítrica na restrição alimentar qualitativa para suínos em
terminação / Pedro Henrique Watanabe. – Jaboticabal, 2007
xii, 79f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007
Orientadora: Maria Cristina Thomaz
Banca examinadora: Hirasilva Borba Alves de Souza, Jacinta
Diva Ferrugem Gomes
Bibliografia

1. Nutrição de suínos. 2. Suínos pesados. 3. Restrição qualitativa.
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.4:636.085

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

PEDRO HENRIQUE WATANABE – nasceu no município de São Paulo/SP, no dia 7 de agosto de 1982. Graduiu-se em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus Jaboticabal, em julho de 2004. Iniciou o Curso de Mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus Jaboticabal, em março de 2005, tornando-se mestre em fevereiro de 2007.

*Aos meus pais Luiz e Elizabeth. Admiração, exemplo, respeito e eterna
gratidão. AMO VOCÊS.*

*Aos meus irmãos Luiz Augusto e Alessandra, meus cunhados Liliane e
Diego, sempre caminhando ao meu lado.*

Ofereço.

Aos meus avós maternos, por quem serei eternamente grato.

Aos meus avós paternos, que olham por mim das estrelas.

Dedico.

*À Mileni Alves Pereira, que me acompanhou durante todo o mestrado e
ficará guardada em meu coração.*

*Ao amigo André Luís Ferreira Lima. Acho que faltava um espaço para
agradecê-lo. Assim, aqui vai meu MUITO OBRIGADO.*

*Aos amigos Glauco, Ana Paula e Mariana Ribeiro, que mesmo longe
continuam orando por mim.*

*À Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz, exemplo de profissional e, sobretudo
de respeito ao próximo.*

*Aos amigos: Urbano dos Santos Ruiz, Leonardo Pascoal e Josemir
Gonçalves, por toda a amizade construída durante o mestrado.*

*A todos os irmãos de orientação, em especial a Vivian Maia dos Santos,
Susana Zaneti da Silva, José Cristani e Rizal Alcides Robles Huaynate, por
toda a ajuda na condução dos experimentos.*

*A todos os meus tios, em especial a: Débora, Chicão, Chico, Tê, Ciro,
Lúcia e Cláudia.*

*A todos os meus primos, em especial a: Juninho, João, Juli, Gabi, Carol,
Jun e Má.*

Agradeço.

Agradecimentos:

À Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz, por todo carinho e dedicação com todos orientandos.

À Profa. Jacinta Diva Ferrugem Gomes, pelos conselhos e toda a atenção dispensada a este trabalho.

À Profa. Dra. Hrasilva Borba Alves de Souza, pela ajuda e acompanhamento, tanto no desenvolvimento do trabalho quanto nas correções desta dissertação.

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

Ao Prof. Dr. Alessandro Luís Fraga, pelo ponto de partida e por me auxiliar em todos os momentos.

À Profa. Dra. Jane Maria Bertocco Ezequiel, por estar sempre disposta a ajudar.

Aos amigos: Wilson e José Antônio, por toda a ajuda nos experimentos.

Aos amigos: Bruno Biagioli, Marcel Manente Boiago, Edson Luís Sichieri Júnior, Marcos Martins Gonzales e suas respectivas famílias.

À família Ferreira Lima.

Aos amigos e amigas: Maria Fernanda, Amanda, Luciana, Roselene, Leonardo Bianchi, Jú, Leilane, Jefferson, Daphne, Helen, Simara, Nei, Daniel, Luís, Rosemary, Fernando e Juliana.

Aos participantes do Grupo de Estudos Suinesp: Luís, Vivian, Aderbal, Davi, Joyce e Alessandro.

Ao Guido, pela grande ajuda nos experimentos.

Aos funcionários: Wilson e Tieko.

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

À todos aqueles que contribuíram com uma ajuda, um sorriso ou uma palavra amiga. OBRIGADO.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	xi
SUMMARY.....	xii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVOS.....	2
<i>Nutrição e deposições protéica e lipídica em suínos.....</i>	3
<i>Fibra e nutrição de suínos.....</i>	6
<i>Polpa cítrica para suínos.....</i>	8
REFERÊNCIAS.....	11
CAPÍTULO 2 – DIGESTIBILIDADE DA POLPA CÍTRICA PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO.....	16
RESUMO.....	16
SUMMARY.....	17
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS.....	27
CAPÍTULO 3 – POLPA CÍTRICA NAS DIETAS DE SUÍNOS ABATIDOS AOS 130 KG DE PESO SOBRE: DESEMPENHO, PESO DOS ÓRGÃOS DO TRATO DIGESTÓRIO E PARÂMETROS	

SÉRICOS.....	30
RESUMO.....	30
SUMMARY.....	31
INTRODUÇÃO.....	32
MATERIAL E MÉTODOS.....	33
<i>Desempenho</i>	35
<i>Peso dos órgãos</i>	35
<i>Parâmetros séricos</i>	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
<i>Desempenho</i>	37
<i>Peso dos órgãos</i>	39
<i>Parâmetros séricos</i>	41
CONCLUSÕES.....	43
REFERÊNCIAS.....	44
CAPÍTULO 4 – CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS ABATIDOS COM 130 KG DE PESO E ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE POLPA CÍTRICA.....	47
RESUMO.....	47
SUMMARY.....	48
INTRODUÇÃO.....	49
MATERIAL E MÉTODOS.....	50
<i>Manejo e abate dos animais</i>	52

<i>Característica de carcaça</i>	52
<i>Qualidade da carne</i>	53
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
<i>Características de carcaça</i>	55
<i>Qualidade de carne</i>	59
CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS.....	64
 CAPÍTULO 5 – AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE POLPA CÍTRICA NAS DIETAS DE SUÍNOS ABATIDOS COM 130 KG DE PESO.....	 68
RESUMO.....	68
SUMMARY.....	69
INTRODUÇÃO.....	70
MATERIAL E MÉTODOS.....	71
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
CONCLUSÕES.....	77
REFERÊNCIAS.....	78
CAPÍTULO 6 –IMPLICAÇÕES.....	79

POLPA CÍTRICA NA RESTRIÇÃO ALIMENTAR QUALITATIVA PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

RESUMO – Foram conduzidos dois ensaios para avaliar a utilização da polpa cítrica como ingrediente em programas de restrição alimentar qualitativa para suínos em terminação. No primeiro ensaio foram utilizados 16 suínos machos castrados da linhagem Topigs, com peso inicial de $80,5 \pm 4,7$ kg, para a avaliação biológica da polpa cítrica. Por apresentar 18,85% de fibra em detergente neutro e 41,18% de fibra solúvel em detergente neutro, a polpa cítrica mostrou-se como um ingrediente viável a ser utilizado em programas de restrição alimentar qualitativa. No segundo ensaio foram utilizados 36 suínos machos castrados com peso inicial de $83,7 \pm 5,1$ kg, recebendo rações com níveis de 0, 10, 20 e 30% de polpa cítrica. Os animais foram abatidos com peso próximo de 130 kg, sendo avaliados quanto ao desempenho, pesos de órgãos do trato digestório, parâmetros séricos, características de carcaça, qualidade da carne e avaliação econômica do uso das dietas. Até 10% de inclusão, a polpa cítrica não piorou o desempenho, porém observou-se reduções no peso e rendimento das carcaças devido ao aumento dos pesos dos órgãos do trato digestório. A inclusão de polpa cítrica não piorou a qualidade da carne, podendo ser utilizada na alimentação de suínos em terminação, entretanto, sua inclusão não proporcionou retorno econômico que justificasse seu uso em programas de restrição alimentar.

Palavras-chave: consumo energético, fibra solúvel, pectina, suíno pesado

CITRUS PULP IN QUALITATIVE FEED RESTRICTION FOR FINISHING PIGS

SUMMARY - Two assays were conducted to evaluate citrus pulp as an ingredient in qualitative feed restriction programs for growing pigs. In the first assay, 16 barrows of Topigs lineage with 80.5 ± 4.7 kg of body weight were used to determine the biological value of citrus pulp. The citrus pulp presented 18.85% of neutral detergent fiber and 41.18% of neutral detergent soluble fiber, and was considered as a viable ingredient to be used in qualitative feed restriction programs. In the second assay, 36 barrows initially weighing 83.7 ± 5.1 kg were allotted into four diets with different levels (0, 10, 20 and 30%) of citrus pulp. Animals were fed until they reached 130 kg. At this moment, pigs were abated and the effects on performance, weight of gastrointestinal tract organs, serum parameters, carcass traits, meat quality and economical analysis were evaluated. Up to 10% of inclusion, citrus pulp did not act negatively on animal's performance but body weight and total dressing were reduced due to higher weight of gastrointestinal tract organs. As citrus pulp did not cause any undesirable effects on meat quality, this ingredient was shown as an alternative in diets for finishing pigs. However, the economic analysis demonstrated that the inclusion of citrus pulp in diets was not profitably enough to justify its use in feed restriction programs, as no better reward indexes were observed.

Keywords: energy consumption, heavy swine, pectin, soluble fiber

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO

A redução nos custos operacionais somada à estratégia industrial de elaboração de cortes especiais e produtos semi-preparados, têm levado os frigoríficos a procurarem carcaças suínas de maior peso (FRAGA & THOMAZ, 2005). Para o suinocultor, o maior peso de abate dos animais terminados dilui os custos fixos de produção como instalações, reprodutores e sanidade, pois melhora o índice quilos de carne/matriz/ano, importante indicador de produtividade de uma granja (ZAGURY, 2002).

As linhagens comumente utilizadas na suinocultura brasileira apresentam alto consumo de ração e alta taxa de deposição muscular. Entretanto, verifica-se que, a partir dos 80 kg há um aumento do consumo de ração mas sua deposição diária de proteína torna-se constante (EWAN, 1991). Como seu consumo de energia excede a exigência para a produção de carne magra, conseqüentemente este excesso de energia consumida é depositada como gordura, elevando a porcentagem desta na carcaça.

Em decorrência das exigências de mercado por maiores quantidades de cortes nobres e carnes mais magras na carcaça, a tipificação e a conseqüente bonificação por carcaças de melhor qualidade, estão se tornando comuns no mercado da carne suína. Desse modo, as carcaças suínas com elevados teores de gordura recebem valores inferiores aos de carcaças com menos gordura e mais carne magra (FACCO, 2003).

Para melhorar a produção de carne por suíno pesado, seria interessante a prática da restrição alimentar, por meio do controle da ingestão calórica pelos animais, de modo a garantir a qualidade de suas carcaças (LUDKE et al., 1998). Para isso existem duas formas de se empregar a restrição alimentar, sendo, de acordo com sua natureza, denominadas como quantitativa ou qualitativa.

Na restrição alimentar quantitativa, limita-se a quantidade de ração a ser consumida pelos animais visando o atendimento das exigências nutricionais dos suínos para formação de tecido magro (BELLAYER, 1995). A alimentação controlada na fase final de terminação visa melhorar a eficiência alimentar, reduzir a deposição de gordura na carcaça e diminuir a quantidade de efluentes/kg de suíno. Entretanto, sua adoção é dificultada por requerer um manejo controlado da ração para cada animal, a adequação de espaço no comedouro a todos os animais e acarreta aumento da mão-de-obra.

Outra alternativa seria a restrição alimentar qualitativa, que visa reduzir o teor energético das rações por meio da inclusão de ingredientes de baixo valor energético. Ingredientes fibrosos e resíduos do processamento de alimentos, como cascas e bagaços, estão entre os principais produtos a serem utilizados para a diluição das dietas de suínos.

Sendo o Brasil o maior produtor mundial de suco de laranja (ABECitrus, 2005), há grande disponibilidade da polpa cítrica, principal resíduo destas indústrias, que tem sido amplamente utilizada na alimentação de animais ruminantes. Considerando sua composição em fibras e a tendência à redução do consumo quando incluída em certas proporções na dieta (DOMINGUEZ, 1995), a polpa cítrica pode proporcionar efetiva restrição alimentar qualitativa para os suínos.

OBJETIVOS

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar a utilização da polpa cítrica como ingrediente de rações para suínos pesados em programas de restrição alimentar, por meio de dois ensaios, sendo o primeiro para determinar a composição química e os valores nutricionais do ingrediente e o segundo para estimar o efeito da inclusão da polpa cítrica em diferentes níveis (0, 10, 20 e 30%) sobre desempenho, características de carcaça, peso de órgãos do sistema digestório, qualidade da carne e avaliação econômica.

REVISÃO DE LITERATURA

Nutrição e deposições protéica e lipídica em suínos

A curva de crescimento de um suíno apresenta três segmentos distintos. Durante as fases iniciais de desenvolvimento, geralmente até os 50 kg de peso, a taxa de crescimento diário é crescente, tornando-se relativamente constante até os 80 kg, havendo após este peso, uma queda gradual. Quanto à composição tecidual, observa-se que a deposição de proteína aumenta até uma taxa máxima que é atingida em torno de 60 kg, sendo após este peso, relativamente constante até atingir 100 a 120 kg (EWAN, 1991).

Como o consumo de ração aumenta conforme eleva-se o peso do animal, há conseqüentemente um aumento do consumo de energia a partir dos 60 kg, resultando em maior deposição de lipídeos, resultante do excesso de energia consumida, que ultrapassa suas necessidades para manutenção dos metabolismos basal e de produção (NOBLET, 1996). Portanto, o acúmulo de gordura na carcaça está relacionado indiretamente com a capacidade de deposição muscular, porém diretamente com a ingestão energética.

Como a estagnação da taxa de deposição de músculo não é acompanhada também pela diminuição na deposição de gordura, a composição corporal dos animais a partir dessa faixa de peso é gradativamente alterada. De acordo com esse panorama, com o avançar do peso, suas carcaças apresentarão maior porcentagem de gordura em detrimento do menor conteúdo relativo de carne (BERTOL et al. 2001).

No Brasil, apesar do peso médio de abate dos suínos ainda estar em torno de 95 kg, observa-se uma tendência de aumento do peso ao abate nos últimos anos (ABIPECS, 2006). Credita-se esse aumento aos avanços da produção, seja pela utilização de animais com potencial genético que permite maior peso ou ainda pelos avanços nutricionais, gradualmente implementados pelos suinocultores, produzindo assim carcaças mais pesadas e com melhor rendimento (FRAGA & THOMAZ, 2005).

Para os frigoríficos, o abate de animais com cerca de 130 kg é desejável por possibilitar o desenvolvimento de novos produtos, como cortes diferenciados, permitindo a obtenção de peças de maior tamanho (FACCO, 2003). Além disso, carcaças mais pesadas permitem otimizar a linha de abate, reduzindo os custos operacionais por suíno abatido, em virtude do aumento do peso da carcaça (ZAGURY, 2002).

Para a terminação de animais com 130 kg há a necessidade de mantê-los na granja por maior tempo, o que pode levar à piora da conversão alimentar e à maior deposição de gordura (BELLAYER, 1995). Diante do exigente mercado consumidor de produtos cárneos suínos, o abate de animais pesados só é viável aos frigoríficos quando as carcaças não apresentarem demasiado acúmulo de gordura. Como o controle da qualidade da carcaça é estabelecido por meio de um sistema de tipificação de carcaças, onde os produtores são remunerados pelo peso dos animais e podem ser bonificados pelo percentual de carne magra na carcaça (BARBOSA et al., 2002), faz-se necessário o uso de estratégias alimentares para melhorar a qualidade das carcaças. Nesse aspecto, a restrição alimentar pode ser um instrumento de manipulação adequado para reduzir a deposição de gordura estando relacionado à quantidade ou qualidade da ração fornecida.

A restrição alimentar quantitativa baseia-se na menor ingestão de energia, por meio do fornecimento controlado de ração, geralmente 80 a 85% do consumo *ad libitum*. Quando se adota esse tipo de restrição, em detrimento da alimentação à vontade, espera-se uma redução na taxa de crescimento e de deposição de gordura, como também menor desenvolvimento dos órgãos envolvidos no metabolismo (VIOLA et al., 1998).

Na literatura tem-se observado que a restrição quantitativa conduz a bons resultados de desempenho e de características de carcaça, embora não haja ainda um consenso sobre qual o melhor nível de restrição a ser adotado. LEYMASTER & MERSMANN (1991) e BARBOSA et al. (2000) observaram que reduções no fornecimento diário de ração na ordem de 10 a 25% para suínos com peso final entre 95 a 120 kg, proporcionaram melhora nas características de carcaça. WARPECHOWSKI et al. (1999) ao estudarem o efeito de níveis de restrição alimentar

quantitativa (0, 7, 14 e 21%), observaram diminuições lineares para o ganho diário de peso e espessura de toucinho, havendo, no entanto, aumento linear da idade de abate. Para as características que estimam a deposição de gordura na carcaça, os melhores resultados foram encontrados quando se estabeleceu a restrição de 14% do consumo a vontade. BARBOSA et al. (2003) também observaram efeito linear positivo na qualidade da carcaça com o aumento da restrição alimentar (0, 5, 10 e 15%). Apesar de ser utilizada como forma de atuar também sobre a eficiência alimentar, não foi observada melhora na conversão alimentar nos trabalhos encontrados. Os maiores intervalos entre o fornecimento da ração, aumentam a taxa e o tempo de anabolismo pós-alimentar, aumentando também a taxa e o tempo de catabolismo antes da próxima refeição, podendo assim reduzir a retenção de energia, levando à ineficiente utilização de nutrientes (NOGUEIRA et al., 2005).

A garantia do fornecimento dos nutrientes necessários na dieta, um ajuste semanal da quantidade a ser fornecida e a não existência de competição entre os animais no consumo restrito, são pontos básicos a observar para o sucesso de um programa de restrição alimentar quantitativa em suínos (WARPECHOWSKI et al., 1999). Por estes mesmos motivos, muitas vezes há dificuldade na adoção deste tipo de restrição, pela necessidade em se adequar as instalações, possibilitando espaço de cocho suficiente para todos os animais se alimentarem ao mesmo tempo. Nesse sentido, como o fator de restrição é aplicado apenas sobre a quantidade de energia que os suínos ingerem diariamente, a privação do alimento pode repercutir em distúrbios comportamentais, prejudicando seu bem-estar (RAMONET et al., 1999).

Outra alternativa para se obter a redução do consumo energético por suínos em terminação é a diluição energética da ração por meio da inclusão de ingredientes de baixo valor nutritivo, geralmente ricos em fibra (KYRIAZAKIS, 1998), de tal modo que o suíno esgote sua capacidade de ingestão, sem exceder o consumo usual de energia, o que aconteceria com uma dieta composta principalmente de milho e farelo de soja. Nesse método o suíno recebe alimentação à vontade, porém não ingere energia suficiente para o máximo ganho de peso, que nesta fase, geralmente é em gordura.

Fibra e nutrição de suínos

Fibra dietética designa a fração do alimento não digerida por enzimas secretadas pelo trato digestório de monogástricos, mas passível de hidrólise nos segmentos intestinais por meio da fermentação microbiana, sendo principalmente constituída por polissacarídeos como celulose, β -glucanas, substâncias pécicas e também por compostos fenólicos como a lignina (AACC, 2001). Devido ao alto potencial digestível do amido, sendo este também um polissacarídeo, os compostos supracitados foram denominados polissacarídeos não-amiláceos – PNAs (JOHNSTON et al., 2003).

Enquanto o amido é formado apenas por moléculas de glicose, os PNAs podem ser constituídos por nove principais carboidratos: arabinose e xilose (pentoses), glicose, galactose e manose (hexoses), ramnose e fucose (deoxihexoses) e ácidos glucurônico e galacturônico (ácidos urônicos). Os principais polissacarídeos que constituem a fibra dietética são: celulose, arabinoxilanas, β -glucanas, xiloglucanas, ramnogalacturanas e arabinogalactanas (Selvedran, 1984, Bacic et al., 1988; Theander et al., 1989, citados por BACH KNUDSEN, 2001), embora um maior número de combinações seja possível diante da diversidade de carboidratos que formam os polissacarídeos (CHOCT, 1997).

O termo “fibra dietética” é utilizado normalmente se referindo à fibra total do alimento e sua definição está vinculada ao método analítico empregado em sua determinação (MERTENS, 1992), e aos seus efeitos fisiológicos na digestão, determinados por suas propriedades físicas que atuam conjuntamente com suas propriedades químicas (BACH KNUDSEN, 2001). Como a fibra dietética é um agregado de compostos, sua composição química é dependente principalmente da forma como foi quantificada (MERTENS, 1992).

Nas análises para determinação da fibra dietética é comum caracterizá-la de acordo com sua solubilidade, a qual varia principalmente devido aos PNAs, embora a lignina possa interferir nessa característica devido à forte complexação com polissacarídeos, principalmente os não-celulósicos (BACH KNUDSEN, 2001).

As metodologias normalmente utilizadas para quantificação das fibras nos ingredientes ou rações, como as determinações de fibra bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, apenas consideram os PNAs insolúveis e a lignina,

subestimando o teor da fibra dietética, o que impossibilita inferir sobre o efeito da fibra solúvel na nutrição de animais monogástricos. A fim de suprir a ausência de informações a respeito, novas metodologias para estimar a fração solúvel da fibra nos ingredientes e nas dietas foram elaboradas (HALL et al., 1998), possibilitando assim diferenciar os efeitos das fibras insolúvel e solúvel sobre os processos digestivos nos monogástricos.

Quando insolúvel, a fibra é passível de hidratação e promove o aumento do bolo fecal no intestino grosso e devido à sua presença física, há diminuição do tempo de trânsito (BACH KNUDSEN, 2001), ocasionando diminuição no aproveitamento dos nutrientes, independente da categoria animal. NADAI (2003) ao utilizar a casca de arroz na alimentação de suínos em terminação, verificou que sua inclusão em 20% promoveu a subutilização dos nutrientes da dieta, composta principalmente por milho e farelo de soja, possivelmente pelo alto teor em fibra insolúvel da casca de arroz.

A fibra solúvel aumenta a viscosidade do quimo, principalmente da fase líquida (BACH KNUDSEN, 2001), dificultando a ação das enzimas do sistema digestório e diminuindo a absorção de nutrientes no intestino delgado. Para leitões, tal efeito pode ser agravado pela imaturidade imunológica destes animais, visto que há maior quantidade de substrato para o desenvolvimento de bactérias patogênicas, ocasionando diarreia. Já para suínos em terminação, o efeito do aumento da viscosidade não é observado, devido à grande produção de suco gástrico (JOHANSEN et al., 1996).

A fibra solúvel ainda pode ser degradada por microrganismos presentes no ceco, gerando a produção de ácidos graxos de cadeia curta (FILLERY-TRAVIS et al., 1997), que embora de menor contribuição energética para suínos, são importantes para a manutenção dos colonócitos.

A fibra dietética tem sido utilizada na alimentação de machos reprodutores, fêmeas em crescimento destinadas à reprodução (marrãs), fêmeas em gestação e animais em terminação (GOMES et al., 1999), com o objetivo de controlar possíveis problemas de excesso de ganho de peso, além de evitar o estresse advindo do confinamento e da restrição alimentar adotada como plano alimentar para estas categorias. Para suínos

em terminação, alguns sub-produtos ricos em fibra insolúvel, como a casca de arroz e resíduos do processamento do trigo, têm-se mostrados eficientes para promover a melhoria das características de carcaça (LEE et al., 2002; FRAGA et al., 2004).

Haja visto que a diluição energética por meio da adição de ingredientes com alto teor em fibra insolúvel pode prejudicar as digestibilidades da proteína e da energia (NADAI, 2003) e que os efeitos indesejáveis dos PNAs solúveis sobre o aproveitamento de nutrientes são menos sentidos por suínos em terminação (BACH KNUDSEN, 2001), acredita-se que a inclusão de ingredientes ricos em fibra solúvel como a casca de soja e a polpa cítrica pode ser viável, quando estes se encontrarem disponíveis e a baixo custo ao produtor.

Polpa cítrica para suínos

A produção mundial de citros em 2003 ultrapassou 102 milhões de toneladas, estando cerca de 24% da produção mundial de citros nos países mediterrâneos como Espanha, Itália, Grécia, Egito, Turquia e Marrocos e o Brasil como o maior produtor, com 24%. Na citricultura, o gênero *Citrus* inclui diversas frutas de valor econômico, sendo a principal a laranja doce (*C. sinensis*) que em 2003 foi responsável por 67,8% da produção total de frutas cítricas (USDA, 2003).

Pequena parte da produção nacional de citros é designada para o consumo *in natura*, enquanto a maior parcela (71%) é processada para a obtenção de sucos (MATTOS Jr. et al., 2004). Somente o estado de São Paulo é responsável por 85% da produção nacional, sendo considerado um importante pólo citrícola do mundo e é onde se encontram as maiores indústrias de suco concentrado, gerando também diversos resíduos como óleos essenciais, compostos oxidantes como o d'limonene e, em maior escala, a polpa cítrica (ABECitrus, 2006).

O esmagamento da laranja gera cerca de 50% de um resíduo (ABECitrus, 2005), constituído de casca (flavedo e albedo), polpa (resíduo do suco), bagaço (membranas) e sementes. Estes componentes, individualmente ou em várias combinações, são as fontes para a obtenção de diversos sub-produtos da indústria esmagadora. Entretanto, o principal sub-produto é o bagaço úmido, que é o resíduo integral da extração do suco,

e a polpa cítrica, um co-produto oriundo do processo de secagem deste mesmo resíduo até a obtenção de um material com 90% de matéria seca. Do processo de secagem do bagaço úmido obtém-se cerca de 85% de polpa cítrica, sendo o restante constituído por farelo de citros e finos (BAMPIDIS & ROBINSON, 2006).

De acordo com o NRC (2001), a polpa cítrica apresenta em sua composição química os seguintes valores para matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, cálcio e fósforo: 85,8; 5,92; 20,76; 19,50, 18,69; 1,65; 0,10%, respectivamente. De acordo com BAMPIDIS & ROBINSON (2006), a polpa cítrica apresenta valores próximos para as fibras solúvel e solúvel em detergente neutro (29,51 e 30,94%, respectivamente), devido ao seu alto teor em pectina (20,30%).

A pectina é um polímero de ácido galacturônico e por participar representativamente na composição química da polpa cítrica, grande parte dos efeitos da inclusão deste ingrediente deve-se a esse componente fibroso, como a capacidade para formação de gel e redução da absorção de lipídeos, cuja magnitude varia em função de sua estrutura como peso molecular e distribuição dos grupos carboxílicos nas cadeias galacturônicas (DONGOWSKI et al., 2002). Ainda, por apresentar alta fermentabilidade, a fibra solúvel contribui de maneira significativa na energia digestível da polpa cítrica (3100 kcal/kg), considerando-se que é um ingrediente com baixo teor de amido, apenas 2,3% (ROSTAGNO et al., 2005; BAMPIDIS & ROBINSON, 2006).

Ainda que O'SULLIVAN et al. (2003) tenham observado pioras lineares do ganho de peso e da conversão alimentar até a inclusão de 10% de polpa cítrica em dietas de suínos em crescimento e terminação, anteriormente MEJÍA et al. (2001) observaram que até 20% de inclusão de polpa cítrica não proporcionou piora nas características de desempenho, reduzindo, no entanto, o consumo de ração.

A redução do consumo de ração por suínos, com a inclusão de polpa cítrica nas rações, pode estar relacionada com a presença de substâncias que deprimem a palatabilidade das dietas (DOMÍNGUEZ, 1995). Além disso, pode ser explicada por sua alta capacidade de retenção de água (KYRIAZAKIS & EMMANS, 1995), o que manteria

a sensação de saciedade do animal por maior tempo, diminuindo seu estímulo para o consumo de ração.

A despeito da existência de tabelas de composição química nas quais constam valores para a polpa cítrica, deve-se levar em conta que tais valores bem como os coeficientes de digestibilidades, podem variar devido ao processamento do ingrediente ou mesmo pela categoria animal envolvida, o que justifica o estudo desse ingrediente para fins específicos, no caso, a diluição energética de rações para suínos em terminação acima de 100 kg.

REFERÊNCIAS

- AACC. American Association of Cereal Chemists. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, St. Paul, v.46, n.3, p.112-126. 2001.
- ABECitrus. Associação Brasileira de Exportadores de Cítricos. **A história da laranja**. Disponível em: <www.abecitrus.com.br>. Acesso em: 11 jan. 2005.
- ABECitrus. Associação Brasileira de Exportadores de Cítricos. **Subprodutos da laranja**. Disponível em: <www.abecitrus.com.br/subprodutos_br.html#oessenciais>. Acesso em: 18 out. 2006.
- ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. Disponível em: <www.abipecs.com.br>. Acesso em: 5 Out. 2006.
- BACH KNUDSEN, K. E. The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 90, n. 1-2, p. 3-20, 2001.
- BAMPIDIS, V.A.; ROBINSON, P.H. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 128, n. 3-4, p. 175-217, 2006.
- BARBOSA, H. C. A. et al. Qualidade de carcaça de suínos alimentados com diferentes níveis de restrição alimentar e energia líquida na dieta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000, 1 CD-ROM.
- BARBOSA, H. C. A. et al. Restrição alimentar e desempenho de suínos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002, 1 CD-ROM.
- BARBOSA, H.C.A. et al. Qualidade da carcaça de suínos em terminação alimentados com diferentes níveis de restrição alimentar e de energia na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte v. 55, n. 5, 2003. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_artlex&pid=S0102-09352003000500015Ing=em&nrm=iso>. Acesso em: 8 set. 2006.

BELLAVER, C. Qualidade de carcaça relacionada à restrição alimentar. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 1995, Campinas, **Anais...** Campinas: CBNA, 1995, p. 21-33.

BERTOL, T. M.; LUDKE, J. V.; BELLAVER, C. Efeito do peso do suíno em terminação ao início da restrição alimentar sobre o desempenho e a qualidade da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 417-424, 2001.

CHOCT, M. Feed non-starch polysaccharides: Chemical structures and nutritional significance. **Feed Milling International**, Mount Morris, v. 191, n. 6, p. 13-26, 1997.

DOMÍNGUEZ, P.L. Pulpa de cítricos en la alimentación de cerdos. **Revista Computadorizada de Producción Porcina**, Havana, v.2, n.2, p. 56-67, 1995.

DONGOWSKI, G., et al. The degree of methylation influences the degradation of pectin in the intestinal tract of rats and in vitro. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.132, n. 12, p. 3704-3714, 2002.

EWAN, R. C. Energy utilization in swine nutrition. In: EWAN, R. C. **Swine nutrition**. SI: Butterworth-Heinemann, 1991, p. 121.

FACCO, E. T. S. Valorização da carcaça suína e suas implicações na cadeia produtiva de suínos. **Porkworld**, Campinas, v. 2, n. 11, p. 32, 2003.

FILLERY-TRAVIS, A.J. et al. Soluble non-starch polysaccharides derived from complex food matrices do not increase average lipid droplet size during gastric lipid emulsification in rats. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.127, n. 11, p.2246-2252, 1997.

FRAGA, A.L. et al. Restrição alimentar qualitativa para suínos dos 90 aos 125-130 kg de PV: Características de Carcaça. In: **CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA**, 2., 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: CLAS, 2004. 1 CDROM.

FRAGA, A.L.; THOMAZ, M.C. Aspectos do peso de abate de suínos. **Suinocultura Industrial**, São Paulo, v. 192, n. 9, p. 40-49, 2005.

GOMES, J. D. F. et al. Efeitos do incremento de fibra em detergente neutro sobre desempenho e características de carcaça de suínos em fase de crescimento-terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. NUN-098. 1 CDROM.

HALL, M. B.; PELL, A. N.; CHASE, L. E. Characteristics of neutral detergent-soluble fiber fermentation by mixed ruminal microbes. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 70, n. 1-2, p. 23-39, 1998.

JOHANSEN, H. N. et al. Effects of varying content of soluble dietary fibre from wheat flour and oat milling fractions on gastric emptying in pigs. **British Journal of Nutrition**, London, v. 75, n. 3, p. 339-351, 1996.

JOHNSTON, L.J. et al. Feeding by-products high in concentration of fiber to nonruminants. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON ALTERNATIVE FEEDS FOR LIVESTOCK AND POULTRY, 3., 2003, Kansas City. Disponível em: <www.wcroc.coafes.umn.edu>. Acesso em: 11 jan. 2005.

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.74, n.1, p.145, 1995. Abstract.

KYRIAZAKIS, I. The voluntary food intake and diet selection of pigs. In: COLE, D.J.A. et al. **Principles of pig science**, Nottingham: Nottingham University Press, 1998. 472p.

LEE, C.Y. et al. Effects of restricted feeding, low-energy diet, and implantation of trenbolone acetate plus estradiol on growth, carcass traits, and circulating concentrations of insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-binding protein –3 in finishing barrows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 1, p.84-93. 2002.

LEYMASTER, K. A.; MERSMANN, H. J. Effect of limited feed intake on growth of subcutaneous adipose tissue layers and on carcass composition in swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, n. 7-8, p.2837-2843. 1991.

LUDKE, J. V.; BERTOL, T. M.; SCHEUERMANN, G. N. Manejo da alimentação. In: SOBESTIANSKY, J. et al. **Suinocultura Intensiva**. Concórdia: Embrapa-Cnpes, 1998, p. 65-90.

MATTOS Jr, D. et al. **Mercado da laranja**. Suplemento Técnico, 2004. Disponível em: <www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Citros/Citros.htm>. Acesso em: 7 ago. 2006.

MEJÍA, A.M.G. et al. Efeito da inclusão de polpa cítrica seca na dieta sobre o desempenho de suínos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001, p. 810-812.

MERTENS, D. R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992. **Anais...** Viçosa: SBZ, 1992, p. 188-196.

NADAI, A. **Casca de arroz na restrição alimentar qualitativa para suínos em terminação**. Jaboticabal, 2003. 33 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

NRC. National Research Council. **Nutrient requirement of dairy cattle**, 7. ed. Washington: National Academic of Sciences, 2001, 381p.

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

NOGUEIRA, E. T. et al. Manejo nutricional e alimentação nas fases de crescimento e terminação de suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 2005, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2005, p. 35-54.

O'SULLIVAN, T.C. et al. Evaluation of citrus pulp in diets for sows and growing pigs. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, Dublin, v.42, n.2, 2003. Disponível em: <http://www.teagasc.ie/research/journalarchives/vol42no22003abstracts.htm#_Evaluation_of_citrus>. Acesso em 08 jan. 2005.

RAMONET, Y.; MEUNIER-SALAÜN, M. C.; DOUMAND, J. Y. High fiber diets in pregnant sows: digestive utilization and effects on the behavior of the animals. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 3, p. 591-599, 1999.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos** – Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2005. 141p.

USDA. United States Department of Agriculture/Foreign Agricultural Service. **Situation and outlook for Citrus**. Washington: Horticultural and Tropical Products Division, 2003. p. 98-102.

VIOLA, E. S. et al. Efeito da restrição alimentar sobre o peso de órgãos e gordura de carcaças em camundongos (*Mus musculus*) em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998, 1 CD-ROM.

WARPECHOWSKI, M. B. et al. Efeito da restrição alimentar quantitativa sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. QUA-029. 1 CD-ROM.

ZAGURY, F. T. R. Abate de suínos pesados: vale a pena? **Porkworld**, Campinas, v. 1, n. 4, p. 30-34, jan. 2002.

CAPÍTULO 2 – DIGESTIBILIDADE DA POLPA CÍTRICA PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

RESUMO – Com o objetivo de avaliar a digestibilidade da polpa cítrica, foi conduzido um experimento, utilizando o método do indicador externo. 16 suínos machos castrados da linhagem Topigs, com peso médio inicial de $80,5 \pm 4,7$ kg, foram distribuídos entre os tratamentos: RR (ração referência) e RT (ração teste), em que a RT era composta por 70% da RR e 30% de polpa cítrica. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com 2 tratamentos e 8 repetições. A polpa cítrica apresentou 2496 kcal de energia digestível/kg, porém baixo teor de proteína digestível (0,89%). Quanto aos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, apresentou teores de 18,85 e 14,32%, respectivamente, sendo consideradas frações insolúveis e de baixa digestibilidade. Já para a fibra solúvel em detergente neutro, apresentou nível de 41,18%, com coeficiente de digestibilidade de 85,93%, demonstrando seu potencial em ser degradado pelos microrganismos do intestino grosso. Apesar de apresentar elevado teor de cálcio em sua composição, verificou-se que grande parte deste mineral está indisponível ao animal, bem como o fósforo, que apresentou baixa disponibilidade no ingrediente, provavelmente devido à sua complexação ao ácido fítico. A polpa cítrica apresentou-se como um possível ingrediente a ser utilizado em programas de restrição alimentar qualitativa para suínos na fase de terminação.

Palavras-chave: alimentos alternativos, energia digestível, nutrientes digestíveis, suínos pesados

CHAPTER 2 - DIGESTIBILITY OF CITRUS PULP FOR FINISHING PIGS

SUMMARY – An assay was conducted to determine the digestibility of citrus pulp, using external marker method. 16 barrows of Topigs lineage (80.5 ± 4.7 kg) were distributed in the treatments: RR (ration reference) and RT (ration test). RT was composed by 70% of RR and 30% of citrus pulp, in a randomized block design with 2 treatments and 8 replicates. The citrus pulp presented 2496 kcal of digestible energy/kg and low digestible protein level (0.89%). Citrus pulp presented 18.85% of neutral detergent fiber and 14.32% of acid detergent fiber. These are considered insoluble fractions with low digestibility. For fiber soluble fractions, citrus pulp presented 41.18% of neutral detergent soluble fiber, with a coefficient of digestibility of 85.93%, demonstrating its potential to be degraded by microorganisms in the large intestine. In spite of presenting high levels of calcium, it was verified that most part of this mineral is unavailable to animal, as well as phosphorus, that presented low availability, probably due to fitate. The citrus pulp was considered as a possible ingredient to be used in programs of qualitative feed restriction for finishing pigs.

Keywords: alternative ingredients, digestible energy, digestible nutrients, heavy swine

INTRODUÇÃO

Diante do surgimento de novos nichos de mercado e da redução de custos operacionais no abate, os frigoríficos e as indústrias de processamento de carne suína estão observando vantagens na produção de suínos com peso de abate próximo ou mesmo acima de 130 kg (FRAGA & THOMAZ, 2005).

No entanto, as linhagens comerciais atualmente utilizadas, que apresentam alta taxa de crescimento, também consomem grandes quantidades de ração, característica que se acentua a partir dos 100 kg (BERTOL et al., 2001). Conseqüentemente, há excesso de energia consumida, sendo depositada sob a forma de gordura, elevando sua porcentagem na carcaça. Sendo do interesse do consumidor a aquisição de carne suína com baixo teor de gordura, a implantação de um sistema de tipificação de carcaça pelos frigoríficos no Brasil, busca a obtenção de carcaças com melhor qualidade, onde há bonificação quando apresentam padrões adequados de gordura (FÁVERO et al., 1997).

Dessa forma, para ser melhor remunerado quando se produz suínos pesados, é necessário reduzir o consumo energético por meio da restrição alimentar (LUDKE et al., 1998). Frente à redução quantitativa da ração, a restrição alimentar qualitativa apresenta-se mais vantajosa por não necessitar de adequações nas instalações e facilitar o manejo alimentar, pois se baseia no decréscimo no teor energético da dieta por meio da inclusão de ingredientes de baixo valor nutricional, como resíduos do processamento de alimentos.

Mundialmente, o Brasil é o maior produtor de laranja sendo a maior parte, cerca de 71%, destinada para a indústria de extração do suco (ABECitrus, 2006). O processamento da laranja gera entre 50 a 70% de resíduo (BAMPIDIS & ROBINSON, 2006), que após a secagem, dá origem à polpa cítrica. Embora comumente utilizada como ingrediente energético na alimentação de ruminantes, há pouco conhecimento a respeito da utilização da polpa cítrica para suínos. Por se tratar de um resíduo de fácil aquisição e ser rico em fibra, a polpa cítrica pode ser um ingrediente utilizado em programas de restrição alimentar qualitativa para suínos em terminação. Desse modo,

visando conhecer o valor nutricional e seu possível uso para diluir o conteúdo energético de dietas para suínos, foi realizado um ensaio para avaliação biológica da polpa cítrica, com o objetivo de estimar os coeficientes de digestibilidade, os nutrientes e a energia digestíveis deste ingrediente para suínos em terminação.

MATERIAL E MÉTODOS

Instalações, animais e dietas experimentais

O ensaio foi conduzido nos meses de novembro e dezembro de 2005, nas instalações experimentais do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal.

Foram utilizados 16 suínos machos castrados da linhagem Topigs, com peso inicial de $80,5 \pm 4,7$ kg, oriundos de granja comercial. Os animais foram alojados individualmente em baias de alvenaria, providas de comedouro semi-automático e bebedouro em nível do tipo vaso comunicante.

Ao início do ensaio, os animais foram pesados e distribuídos entre duas dietas experimentais:

- Ração referência: formulada para atender as exigências indicadas pelo “software” do NRC (1998), considerando a concentração energética da ração de 3400 kcal ED/kg de ração, para suínos machos castrados, com o peso vivo de 80 kg e alto potencial genético (Tabela 1) e temperatura média no período experimental de 34° C.

- Ração teste: dieta composta por 70% da dieta referência e 30% da polpa cítrica.

O período experimental teve a duração de 14 dias, sendo os 8 primeiros para adaptação dos animais às dietas, 3 dias para regularizar o fluxo do indicador no trato digestório e 3 dias de colheita de fezes.

Durante os 8 dias iniciais foi determinado o consumo médio de ração dos animais, em duas refeições diárias, realizadas às 8h00 e às 17h00. A quantidade de

Tabela 1 – Composições centesimal, química e energética da dieta referência.

Ingredientes, %	Dieta referência
Milho	73,94
Farelo de soja	24,10
Polpa cítrica	-
Calcário calcítico	0,80
Fosfato bicálcico	0,46
Sal comum	0,30
Suplemento vit+min ⁽¹⁾	0,40
Total	100,00
Composição calculada ⁽²⁾	
Energia digestível, kcal/kg	3411,46
Proteína bruta, %	17,65
Fibra em detergente neutro, % ⁽³⁾	9,46
Fibra em detergente ácido, % ⁽³⁾	2,01
Fibra solúvel em detergente neutro, % ⁽³⁾	7,84
Amido, % ⁽³⁾	44,71
Lisina dig., %	0,78
Metionina + cistina dig., %	0,53
Cálcio, %	0,52
Fósforo disp., %	0,17

¹ Suplemento vitamínico – quantidade por kg do produto: 2.500.000 UI de vitamina A, 500.000 UI de vitamina D3, 50 mg de biotina, 50 mg de colina, 10000 mg de niacina, 3000 mg de pantotenato de cálcio, 7 mg de vitamina B12, 1800 mg de vitamina B2, 7500 mg de vitamina E, 1000 mg de vitamina K3. Suplemento mineral – quantidade por kg do produto: 40.000 mg de ferro, 35.000 mg de cobre, 20.000 mg de manganês, 40.000 mg de zinco, 360 mg de cobalto, 840 mg de iodo, 120 mg de selênio.

² Valores nutricionais dos ingredientes, propostos por ROSTAGNO et al. (2005).

³ Valores obtidos por meio de análise laboratorial.

ração a ser consumida era pesada individualmente, sendo então acrescida de água, na proporção de 1:1. Após 30 minutos do início do fornecimento, as sobras eram recolhidas e então pesadas, determinando assim a quantidade ingerida. Após o período de adaptação e determinação do consumo médio diário de ração pelos animais, teve início o fornecimento de ração controlada, com a adição de 0,3% de óxido crômico como indicador na ração, de modo a estabilizar o fluxo do mesmo no trato digestório.

O cálculo da quantidade de ração fornecida para cada animal nos seis dias finais, foi o produto do menor coeficiente de consumo obtido (quantidade média de

ração consumida por animal no período de adaptação dividida pelo peso metabólico do animal), pelo peso metabólico de cada animal.

Nos três dias finais, 400g de fezes foram colhidas diretamente do reto dos animais, duas vezes ao dia, após o fornecimento das refeições. As fezes foram colocadas em sacos plásticos, identificados e armazenados em freezer a -8° C, até o momento das análises.

Após o fim do período de colheita, as fezes então foram descongeladas e homogeneizadas, para a obtenção de uma amostra composta de cada animal. Aproximadamente 200 g da amostra composta foram submetidas a pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65° C por um período de 72 horas, sendo posteriormente moídas em moinho do tipo “faca”, dotado de peneira com crivos de 1mm.

As amostras de fezes processadas e ração foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da FCAV-Unesp, Campus de Jaboticabal, determinando-se os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente ácido (FDA), amido, proteína bruta (PB), cálcio e fósforo, de acordo com SILVA & QUEIROZ (2002), fibra em detergente neutro (FDN), de acordo com VAN SOEST et al. (1991), fibra solúvel em detergente neutro (FSDN) de acordo com HALL et al. (1998), determinação de óxido crômico de acordo com FENTON & FENTON (1979) e energia bruta (EB) em bomba calorimétrica do tipo Parr.

A partir dos valores determinados por estas análises foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MM, amido, FDN, FDA, FSDN, PB, EB, cálcio e fósforo, bem como determinados os teores de nutrientes e energia digestíveis da polpa cítrica, utilizando-se as fórmulas descritas por MATTERSON et al. (1965).

Delineamento experimental e análise estatística

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, para controlar as diferenças iniciais de peso, com 2 tratamentos (dieta referência e dieta teste) e 8 repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída por um animal. Os dados obtidos, após serem analisados quanto à homogeneidade de variâncias (teste de

Levene a 5%) entre tratamentos, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste F, por meio do programa estatístico SAS (1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria mineral (CDMM), fibra em detergente neutro (CDFDN), fibra em detergente ácido (CDFDA), fibra solúvel em detergente neutro (CDFSDN), amido (CDamido), proteína bruta (CDPB), energia bruta (CDEB), cálcio (CDcálcio), fósforo (CDFósforo) e valores de proteína (PD) e energia digestíveis (ED) 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 nos coeficientes de digestibilidade de todos os nutrientes e da energia, exceto da matéria mineral.

Tabela 2. Coeficientes de digestibilidade (CD) das rações referência e teste e valores de proteína (PD) e energia digestíveis (ED).

CD (%)	Ração Referência	Ração Teste	CV%	P
CDMS	87,89	83,60	0,68	0,0001
CDMM	39,07	37,99	8,39	0,1807
CDFDN	61,36	66,25	2,83	0,0256
CDFDA	42,53	50,77	8,31	0,0186
CDFSDN	87,13	85,48	7,90	0,0322
CDamido	99,51	99,19	0,19	0,0001
CDPB	85,26	75,23	2,14	0,0004
CDEB	87,89	83,01	0,87	0,0002
CDcálcio	37,60	34,23	6,80	0,0030
CDFósforo	19,88	28,01	9,10	0,0032
PD (%)	14,17	10,18	-	-
ED (kcal/kg)	3335,04	3083,39	-	-

Em programas de restrição alimentar qualitativa, a inclusão de ingredientes fibrosos deve ser previamente avaliada de modo a verificar possíveis efeitos negativos sobre a digestibilidade dos nutrientes e da energia. NADAI (2003) ao avaliar a casca de arroz para suínos submetidos à restrição alimentar, verificou que a inclusão de 20% promoveu a subutilização de ingredientes nobres como o milho e o farelo de soja. No presente experimento, a substituição de 30% da ração referência pela polpa cítrica, ração teste, diminuiu em 28% a proteína digestível e 7,5% a energia digestível.

Na Tabela 3 são encontrados a composição química: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), fibra solúvel em detergente neutro (FSDN), amido, proteína bruta (PB), energia bruta (EB), cálcio e fósforo, os coeficientes de digestibilidade, bem como os nutrientes e a energia digestíveis da polpa cítrica.

Tabela 3. Composição química, coeficientes de digestibilidade (CD), nutrientes e energia digestíveis da polpa cítrica.

Nutrientes e Energia	Composição Química	Coeficiente de Digestibilidade	Nutriente e Energia Digestíveis
MS (%)	89,10	72,60	64,69
MM (%)	7,88	36,83	2,90
FDN (%)	18,85	40,05	7,55
FDA (%)	14,32	46,44	6,65
FSDN (%)	41,18	85,93	35,39
Amido (%)	3,44	89,49	3,07
PB (%)	6,35	13,98	0,89
EB (kcal/kg)	3527,98	70,75	2496,04
Cálcio (%)	1,67	0,52	0,009
Fósforo (%)	0,75	0,31	0,002

De acordo com os resultados obtidos, a polpa cítrica apresentou alto coeficiente de digestibilidade da MS (72,60%), possivelmente por apresentar elevado teor de fibra solúvel, passível de maior fermentação. Os efeitos da fibra sobre a digestibilidade do alimento são distintos devido à solubilidade dos componentes que a compõe. Enquanto BACH KNUDSEN et al. (1993) encontraram relação inversa entre o percentual de fibra bruta (insolúvel) e a digestibilidade da dieta, devido principalmente à maior taxa de

passagem da digesta e conseqüentemente menor período de fermentação, DIERICK et al. (1989) observaram que esta relação não foi válida para ingredientes ricos em fibra solúvel, como alfafa, casca de soja, farelo de trigo e polpa de beterraba, possivelmente pela elevada fermentabilidade dessas fontes.

Para os animais monogástricos, o amido é a principal fonte de energia, sendo um polissacarídeo presente em grande quantidade nos grãos de cereais, e por hidrólise fornece moléculas de glicose. A polpa cítrica apresenta baixo teor de amido (3,44%) em comparação ao milho (60%), segundo ROSTAGNO et al. (2005), porém é comum a ambos, a alta digestibilidade do nutriente.

Quanto à digestibilidade da fibra, a FDN e a FDA da polpa cítrica apresentaram baixos coeficientes de digestibilidade, com valores de 40,05 e 46,44%, respectivamente, enquanto o coeficiente de digestibilidade da FSDN foi elevado (85,93%).

Suínos na fase de terminação já apresentam completo desenvolvimento do sistema digestório, o que os torna potencialmente capacitados para degradar os diversos componentes da fibra, principalmente no ceco. Porém, esses mesmos componentes apresentam diferentes capacidades de serem fermentados pelos microrganismos do trato digestório, de forma que a pectina, importante componente da fibra da polpa cítrica, é altamente fermentável (KREUSER et al., 2002) e por ser solúvel, apresenta alta digestibilidade, como pode ser observado por meio do alto coeficiente de digestibilidade de FSDN. Por outro lado, as frações insolúveis, quantificadas pelas análises de FDN e FDA, são constituídas por hemicelulose insolúvel, celulose e lignina, e por apresentarem baixa fermentabilidade no trato digestório de suínos (DIERICK et al., 1989) são nutrientes de baixa digestibilidade.

O efeito da fibra sobre a digestibilidade da proteína bruta pode ser comprovado. A polpa cítrica apresenta 6,35% de PB, porém o seu coeficiente de digestibilidade foi de apenas 13,98%. Estes valores diferiram dos encontrados nas tabelas de ROSTAGNO et al. (2005), que apresentam 55,00% de coeficiente de digestibilidade e 3,5% de proteína digestível.

Quando a proteína encontra-se complexada à fibra insolúvel e sendo esta de difícil degradação no trato digestório, há, por consequência, menor disponibilidade desse nutriente para o animal. Por outro lado, fibras solúveis, compostas pela fração solúvel da hemicelulose, gomas e mucilagens (SOUTHGATI & ENGLYST, 1985), provocam aumento da viscosidade do conteúdo intestinal, reduzindo a ação enzimática sobre a proteína dietética além de ser substrato para a fermentação microbiana no ceco (JOHNSTON et al., 2003) e ainda aumentam as perdas endógenas de nitrogênio, acarretando menor digestibilidade da proteína (ETIENE, 1987; JANSMANN et al., 2002).

Diante do potencial fermentativo da polpa cítrica, é considerável o valor energético do ingrediente para suínos em terminação. Nas tabelas nacionais de composição de alimento (ROSTAGNO et al., 2005) encontram-se valores superiores aos observados neste experimento para energia digestível (2956 vs 2496 kcal/kg). Para avaliar ingredientes com alto teor em fibra solúvel, que apresentam potencial fermentativo, seria recomendável a obtenção de valores nutricionais por meio da digestibilidade ileal, desconsiderando assim o processo de degradação no ceco, visto que os produtos oriundos da fermentação microbiana têm baixo aproveitamento pelo suíno (BATTERHAM, 1991).

O alto teor de cálcio na polpa cítrica é devido à adição de calcário durante o processamento e secagem do resíduo. Para o teor de cálcio total, foram encontrados valores próximos entre o observado neste ensaio (1,67%) e o 1,57% apresentado nas tabelas nacionais de composição de alimentos (ROSTAGNO et al., 2005). Entretanto, como é comum o uso de calcário residual de usinas siderúrgicas e com alto grau de impurezas (POLPA, 1998), a polpa cítrica apresenta baixo teor de cálcio disponível (0,009%) e desse modo, para formulações de dietas para suínos contendo esse ingrediente, o seu teor em cálcio total não deverá ser considerado, mas sim o de cálcio disponível, de modo a garantir o suprimento do mineral aos animais. A importância do cálcio na manutenção do tecido ósseo, na coagulação do sangue e no metabolismo da energia, resulta na grande exigência desse mineral por suínos na fase de terminação e

o não atendimento poderá ocasionar além de fraturas devido ao peso dos animais, um desenvolvimento deficiente (PENZ JÚNIOR & VIOLA, 1998).

Também para o fósforo foi observado baixo coeficiente de digestibilidade (0,31%), possivelmente pela complexação do fósforo aos componentes fibrosos ou ao ácido fítico.

CONCLUSÕES

A polpa cítrica não apresenta qualquer característica nutricional depreciável que a impeça de ser utilizada na alimentação de suínos na fase de terminação, podendo ainda ser um ingrediente a ser utilizado em programas de restrição alimentar qualitativa, tendo em vista ter diminuído a digestibilidade da ração teste. Para a formulação de dietas contendo este ingrediente, o teor de cálcio total deverá ser desconsiderado, utilizando o valor de cálcio disponível.

REFERÊNCIAS

- ABECitrus. Associação Brasileira de Exportadores de Cítricos. **Industrialização da laranja**. Disponível em: <http://www.abecitrus.com.br/industria_br.html>. Acesso em: 18 out. 2006.
- BACH KNUDSEN, K. E.; JENSEN, B. B.; HANSEN J. Digestion of polysaccharides and other major components in the small and large intestine of pigs fed on diets consisting of oat fractions rich in beta-D-glucans. **British Journal of Nutrition**, London, v. 70, n. 2, p. 537-556, 1993.
- BAMPIDIS, V.A.; ROBINSON, P.H. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 128, n. 3-4, p. 175-217, 2006.
- BATTERHAM, E. S. Protein and energy relationships for growing pigs. In: COLE, D. J. A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M. A. **Principles of pig science**, Loughborough: Nottingham University Press, 1991, p. 107-121.
- BERTOL, T.; LUDKE, J. V.; BELLAYER, C. Efeito do peso do suíno em terminação ao início da restrição alimentar sobre o desempenho e qualidade da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 417-424, 2001.
- DIERICK, N. A. et al. 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, n. 1-3, p. 141-167, 1989.
- ETIENNE, M. Utilization of high fibre and cereal by sow. A review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 16, n. 3, p. 229-241, 1987.
- FÁVERO, J. A. et al.. Predição do índice de valorização de carcaças suínas 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.

FENTON, T.W.; FENTON, M. An improved procedure for determination of chromic oxide in feed and feces. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.59, n.4, p. 631-634, 1979.

FRAGA, A.L.; THOMAZ, M.C. Aspectos do peso de abate de suínos. **Suinocultura Industrial**, São Paulo, v. 192, n. 9, p. 40-49, 2005.

HALL, M. B.; PELL, A. N.; CHASE, L. E. Characteristics of neutral detergent-soluble fiber fermentation by mixed ruminal microbes. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 70, n. 1-2, p. 23-39, 1998.

JANSMANN, A. J. M. et al. Evaluation trough literature data of the amount and amino acid composition of basal endogenous crude protein at the terminal ileum of pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 98, n. 1-2, p. 49-60, 2002.

JOHNSTON, L.J. et al. Feeding by-products high in concentration of fiber to nonruminants. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON ALTERNATIVE FEEDS FOR LIVESTOCK AND POULTRY, 3., 2003, Kansas City. Disponível em <www.wcroc.coafes.umn.edu>. Acesso em: 11 jan. 2005.

KREUZER, M. et al. Effects of different fibre sources and fat addition on cholesterol and cholesterol-related lipids in blood serum, bile and body tissues of growing pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v.86, n. 3-4, p.57-73, 2002.

LUDKE, J. V.; BERTOL, T. M.; SCHEUERMANN, G. N. Manejo da alimentação. In: SOBESTIANSKY, J. et al. **Suinocultura Intensiva**. Concórdia: Embrapa-Cnpes, 1998, p. 65-90.

MATTERSON, L.D. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report**, Storrs n.7, p. 3-11, 1965.

NADAI, A. **Casca de arroz na restrição alimentar qualitativa para suínos em terminação**. Jaboticabal, 2003. 33 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

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

PENZ JÚNIOR, A. M.; VIOLA, E. S. Nutrição. In: SOBESTIANSKY, J. et al. **Suinocultura Intensiva**. Concórdia: Embrapa Cnpa. 1998. p. 45-64.

POLPA cítrica: opção econômica e segura para substituir o milho. **Balde Branco**, São Paulo, n. 409, 1998. Disponível em: <www.bichoonline.com.br/artigos/bb00226.htm>. Acesso em 8 jan. 2005.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos** – Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2005. 141p.

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

SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SOUTHGATI, 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. p31-55.

VAN SOEST, P.J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, Bethesda, v. 74, p. 3583-3598, 1991.

CAPÍTULO 3 – POLPA CÍTRICA NAS DIETAS DE SUÍNOS ABATIDOS AOS 130 KG DE PESO SOBRE: DESEMPENHO, PESO DOS ÓRGÃOS DO TRATO DIGESTÓRIO E PARÂMETROS SÉRICOS

RESUMO – Foi realizado um ensaio de desempenho utilizando 36 suínos machos castrados da linhagem Topigs, com peso inicial de $83,7 \pm 5,1$ kg, para avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de polpa cítrica (0, 10, 20 e 30%) na restrição alimentar qualitativa para suínos abatidos aos 130 kg de peso, quanto ao desempenho, pesos do estômago, intestino delgado, ceco, cólon, fígado e pâncreas e parâmetros séricos. Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, com 4 tratamentos e 9 repetições. Houve resposta quadrática ($P < 0,05$) para ganho diário de peso e número de dias para atingir o peso de 130 kg, em função dos níveis de polpa cítrica na dieta, sendo observados melhores resultados com níveis de inclusão de 10,79 e 10,97%, respectivamente. O aumento nos níveis de polpa cítrica nas dietas proporcionou aumento linear ($P < 0,05$) nos pesos do estômago, cólon e fígado e efeito quadrático ($P < 0,05$) no peso do ceco. As frações solúveis da fibra presente na polpa cítrica promoveram o desenvolvimento da musculatura dos órgãos do trato digestório, aumentando o peso dos mesmos. Para os parâmetros séricos avaliados, não foi observado efeito ($P > 0,05$) dos níveis de polpa cítrica sobre a uréia e triacilgliceróis, porém houve resposta quadrática ($P < 0,05$) para o colesterol em função dos níveis de polpa cítrica, mostrando que a pectina e demais frações solúveis da fibra não reduzem a colesterolemia.

Palavras-chave: colesterol, fibra solúvel, pectina, restrição energética, suínos pesados

CHAPTER 3 - CITRUS PULP IN DIETS FOR PIGS ABATED TO 130 KG OF WEIGHT ON: PERFORMANCE, WEIGHT OF THE GASTROINTESTINAL TRACT ORGANS AND SERUM PARAMETERS

SUMMARY – A study was conducted with 36 barrows of Topigs lineage, with initial weight of 83.7 ± 5.1 kg, to evaluate the effect of inclusion of different levels of citrus pulp (0, 10, 20 and 30%) in qualitative feed restriction for swines with 130 kg of body weight, considering performance, stomach, small intestine, caecum, colon, liver and pancreas weights, and serum parameters. It was used a randomized block design with 4 treatments and 9 replicates. There was a quadratic trend ($P < .05$) of daily weight gain and the number of days to reach the weight of 130 kg, as a function of the levels of citrus pulp in the diet and better results were obtained with the inclusion of 10.79 and 10.97%, respectively. The increasing levels of citrus pulp in diets provided a linear increase ($P < .05$) in the stomach, colon and liver weights, and a quadratic effect ($P < .05$) was observed in caecum weight. The soluble fractions of fiber in citrus pulp promoted the development of musculature of gastrointestinal tract organs, increasing their weight. For serum parameters, no effects ($P > .05$) were observed on urea and triglycerides. However, there was a quadratic trend ($P < .05$) for cholesterol in function of the levels of citrus pulp, showing that pectin and other soluble fractions of fiber did not reduce the blood cholesterol levels.

Keywords: cholesterol, energy restriction, heavy swine, pectin, soluble fiber.

INTRODUÇÃO

Com o aperfeiçoamento das metodologias para determinação da fibra dietética e a possibilidade de classificar e mensurar os efeitos das frações que a compõem, os ingredientes fibrosos têm sido reavaliados na nutrição de suínos. Um exemplo disso é a inclusão de fontes de fibra na alimentação de reprodutores para controlar o ganho excessivo de peso, diminuir o estresse advindo do confinamento e possibilitar a restrição alimentar qualitativa (GOMES et al., 1999).

Alimentos fibrosos também vêm se tornando uma fonte viável de energia para suínos na fase de terminação, sendo nesse caso, utilizados visando diluir o conteúdo energético das dietas para animais dessa categoria. Desse modo, consegue-se abatê-los com peso acima de 100 kg, com menor acúmulo de gordura, importante característica considerada em sistemas de tipificação de carcaça.

O uso de ingredientes fibrosos em programas de restrição qualitativa é variável, visto que depende principalmente do custo e da disponibilidade no mercado. Em São Paulo, importante pólo citrícola do país, há grande disponibilidade do resíduo da extração do suco da laranja, que após processamento e secagem, dá origem à polpa cítrica (ABECitrus, 2006). A polpa cítrica apresenta em média 23% de fibra insolúvel e 35% de fibra solúvel (BAMPIDIS & ROBINSON, 2006) e embora seja um ingrediente utilizado na alimentação de ruminantes, seus efeitos na nutrição de suínos ainda são pouco conhecidos.

Ingredientes com maior proporção de fibra insolúvel como a casca de arroz e resíduos do processamento do trigo, mostraram-se eficientes na restrição qualitativa, melhorando as características de carcaça (LEE et al., 2002 e FRAGA et al., 2004). Entretanto, os efeitos de fontes ricas em fibra solúvel, como a polpa cítrica, foram pouco estudados e podem diferir daqueles da fibra insolúvel, por serem passíveis de fermentação microbiana, principalmente no ceco.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a inclusão de diferentes níveis de polpa cítrica nas rações sobre o desempenho, dias para atingir 130 kg, peso dos órgãos

do sistema digestório e parâmetros séricos de suínos em terminação sob restrição alimentar qualitativa.

MATERIAL E MÉTODOS

Instalações, animais e dietas experimentais

O ensaio foi conduzido nos meses de março a maio de 2006, nas instalações experimentais do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal.

Foram utilizados 36 suínos machos castrados da linhagem Topigs, de elevada capacidade de deposição de tecido magro, inicialmente com peso de $80,4 \pm 2,7$ kg, alojados em baias individuais de $2,55 \text{ m}^2$ cada, equipadas com bebedouro em nível do tipo vaso comunicante e comedouro semi-automático.

Os animais foram distribuídos entre 4 tratamentos, quando teve início o período de adaptação à inclusão de polpa cítrica na ração. Durante 5 dias os animais receberam rações com níveis crescentes de polpa cítrica, até que o nível estabelecido de cada tratamento fosse atingido. Após o período de adaptação, iniciou-se o ensaio de desempenho, com os animais recebendo as dietas pré-determinadas e apresentando peso médio de $83,7 \pm 5,1$ kg. As dietas foram formuladas para atender as exigências indicadas pelo “software” do NRC (1998), considerando a concentração energética da dieta controle de 3365 kcal ED/kg de ração, para machos castrados, com peso vivo de 105 kg, alto potencial genético e temperatura média no período experimental de 24°C (Tabela 1). Para a formulação das dietas, foram utilizados os valores de nutrientes e energia digestível da polpa cítrica, apresentados no Capítulo anterior. Os tratamentos experimentais foram:

- Dieta controle - composta principalmente por milho e farelo de soja;
- Dieta Pc10 - formulada para atingir os mesmos níveis de lisina digestível, cálcio e fósforo disponível que a dieta controle, no entanto com a inclusão de 10% de polpa cítrica;

- Dieta Pc20 - formulada para atingir os mesmos níveis de lisina digestível, cálcio e fósforo disponível que a dieta controle, no entanto com a inclusão de 20% de polpa cítrica;

- Dieta Pc30 - formulada para atingir os mesmos níveis de lisina digestível, cálcio e fósforo disponível que a dieta controle, no entanto com a inclusão de 30% de polpa cítrica.

Tabela 1 – Composições centesimal, química e energética das dietas experimentais

Ingredientes, %	Dieta			
	Controle	Pc10	Pc20	Pc30
Milho	81,78	71,01	60,24	49,43
Farelo de soja	16,40	17,17	17,94	18,75
Polpa cítrica	0,00	10,00	20,00	30,00
Calcário calcítico	0,58	0,58	0,57	0,57
Fosfato bicálcico	0,64	0,64	0,65	0,65
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30
Suplemento vit+min ¹	0,30	0,30	0,30	0,30
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Composição calculada ²				
Energia digestível, kcal/kg	3391	3294	3197	3100
Proteína bruta, %	14,87	14,28	14,37	14,48
FDN, % ³	11,88	12,61	13,33	14,06
FDA, % ³	4,23	5,35	6,46	7,57
FSDN, % ³	7,41	10,95	14,63	18,04
Amido, %	54,91	48,34	41,76	35,17
Lisina dig., %	0,58	0,58	0,58	0,58
Metionina + cistina dig., %	0,46	0,43	0,41	0,38
Cálcio, %	0,44	0,44	0,44	0,44
Fósforo disp., %	0,18	0,18	0,17	0,17

¹ Suplemento vitamínico – quantidade por kg do produto: 2.500.000 UI de vitamina A, 500.000 UI de vitamina D3, 50 mg de biotina, 50 mg de colina, 10000 mg de niacina, 3000 mg de pantotenato de cálcio, 7 mg de vitamina B12, 1800 mg de vitamina B2, 7500 mg de vitamina E, 1000 mg de vitamina K3. Suplemento mineral – quantidade por kg do produto: 40.000 mg de ferro, 35.000 mg de cobre, 20.000 mg de manganês, 40.000 mg de zinco, 360 mg de cobalto, 840 mg de iodo, 120 mg de selênio.

² Valores nutricionais dos ingredientes, propostos por ROSTAGNO et al. (2005).

³ Valores obtidos por meio de análise laboratorial.

Desempenho

Os animais receberam ração e água à vontade durante todo o ensaio, sendo as sobras recolhidas e pesadas diariamente e o peso dos animais registrados semanalmente.

Foram determinados o consumo diário de ração (CDR), o ganho diário de peso (GDP) e a conversão alimentar (CA) dos animais, durante todo o período experimental. O peso final estabelecido foi de 130 kg e de acordo com as pesagens semanais, quando atingiam este peso, eram retirados do ensaio e então abatidos.

Através da soma dos consumos semanais de ração, foi obtido o consumo total de ração durante o período experimental. Foi também estimado o número de dias (D130) necessários para os animais atingirem o peso de 130 kg a partir do peso inicial, conforme indicado na expressão:

$$D130 = (130 - \text{peso inicial}) / GDP_{\text{período total}}$$

Em que:

$$GDP_{\text{período total}} = (\text{peso final} - \text{peso inicial}) / \text{dias em experimento}$$

Os abates ocorreram no dia seguinte à última pesagem (peso final). Em seguida, os animais foram submetidos ao jejum sólido por 15h. Antes do abate os animais foram pesados, sendo determinado o peso pós-jejum. A perda de peso pelo jejum (PJ), em porcentagem, foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$PJ = [(\text{peso final} - \text{peso pós-jejum}) / \text{peso final}] \times 100$$

Peso dos órgãos

Logo após o abate e evisceração dos animais, os órgãos do sistema digestório foram separados. Foram feitas as pesagens do estômago, intestino delgado, ceco e cólon vazios, e também do fígado e pâncreas, conforme descrito por POND et al. (1988).

Parâmetros séricos

Em cada unidade experimental foram feitas duas colheitas de sangue, sendo uma ao início do ensaio e a segunda no dia anterior ao abate, antes de iniciar o jejum. As colheitas foram realizadas por meio de punções na veia cranial e o sangue colhido foi imediatamente colocado em tubos de ensaio sem anticoagulante. No Laboratório de Patologia Animal do Hospital Veterinário da FCAV-Unesp, Campus de Jaboticabal, o sangue foi submetido à centrifugação a 3500 rpm durante 15 minutos, para obtenção do soro, onde foram realizadas as dosagens de uréia, triacilgliceróis e colesterol total, utilizando-se *kits* reagentes comerciais.

Delineamento experimental e análises estatísticas

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, para controlar diferenças iniciais de peso, com 4 tratamentos e 9 repetições, sendo a unidade experimental constituída por um animal.

Para análise das variáveis: uréia, triacilgliceróis e colesterol total, foi utilizada a dosagem inicial do respectivo parâmetro sérico como co-variável no modelo.

Os dados obtidos, após serem analisados quanto à homogeneidade de variâncias (teste de Levene a 5%) entre os tratamentos, foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o pacote PROC GLM do programa estatístico SAS (1998), de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + b_1NR_i + b_2NR_i^2 + Bl_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : valor observado para o nível de polpa cítrica i, no bloco j;

μ : constante geral;

b_1 : coeficiente de regressão linear dos níveis de polpa cítrica;

NR_i : níveis de polpa cítrica i (i = 0, 10, 20 e 30%);

b_2 : coeficiente de regressão quadrática dos níveis de polpa cítrica;

Bl_j : efeito do bloco j (j = 1, ..., 9);

e_{ij} : erro associado ao valor observado para o nível de polpa cítrica i , no bloco j .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho

Os dados referentes ao desempenho (consumo diário de ração, ganho diário de peso e conversão alimentar), consumo total de ração, peso final, peso pós-jejum, perda de peso no jejum e ao número estimado de dias necessários para os animais atingirem 130 kg (D130), bem como suas equações de predição em função dos níveis de polpa cítrica, estão indicados nas Tabela 2 e Figura 1.

Tabela 2. Valores médios e coeficiente de variação (CV) das variáveis de desempenho, consumo total de ração e número estimado de dias em experimento necessários para atingir 130 kg (D130), peso final e pós-jejum e perda de peso no jejum de suínos alimentados com diferentes níveis de polpa cítrica.

Estatística	Nível de polpa cítrica, %				CV, %	Regressão	P
	0	10	20	30			
Consumo diário de ração, kg	3,17	3,25	3,12	2,87	9,64	-	0,07
Ganho diário de peso, kg	0,90	0,94	0,92	0,79	11,27	Quadrática	0,0157
Conversão alimentar	3,52	3,49	3,39	3,64	7,77	-	>0,1
Consumo total de ração, kg	160,6	158,5	157,0	170,5	11,4	-	>0,1
Peso final, kg	129,6	129,4	130,5	129,6	1,53	-	>0,1
Peso pós-jejum, kg	128,8	128,5	129,1	128,5	1,74	-	>0,1
Perda de peso no jejum, kg	0,85	1,03	1,06	1,03	37,4	-	>0,1
D130, número de dias	51,5	49,4	49,7	60,5	11,6	Quadrática	0,0037

O consumo diário de ração não foi afetado ($P=0,07$) pelos níveis de polpa cítrica nas rações. Mesmo a polpa cítrica apresentando reduzida palatabilidade (DOMÍNGUEZ, 1995), os suínos se adaptaram às dietas contendo o novo ingrediente, mesmo nos maiores níveis de inclusão. Alguns autores afirmaram que os suínos aumentam a ingestão diária quando a ração é diluída progressivamente com material inerte ou indigestível (CHADD, 1990 e LEE et al., 2002), o que não foi observado no presente experimento, demonstrando que não houve compensação no consumo. Além da presença de substâncias que deprimem a palatabilidade da polpa cítrica, sua alta

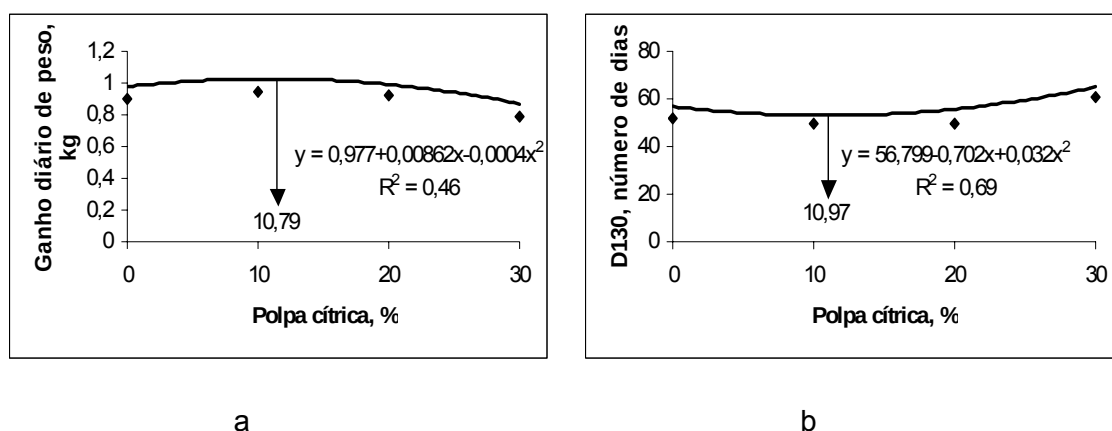


Figura 1. Ganho diário de peso (a) e Dias para atingir os 130 kg (b), em função dos níveis de polpa cítrica.

capacidade de retenção de água poderia manter a saciedade física por maior tempo, o que diminuiria o estímulo para consumir a ração (KYRIAZAKIS & EMMANS, 1995).

Entretanto, CHADD (1990) ao diluir uma dieta com alto teor de energia digestível (3500 kcal/kg) com a inclusão progressiva de aveia até atingir 2300 kcal/kg na ração de suínos alimentados até 120 kg, observou que ao diminuir o teor energético, os animais aumentaram o consumo, até a dieta contendo 2500 kcal/kg. Concluiu que o menor nível de energia digestível promoveu decréscimo na ingestão de ração, não havendo compensação deste baixo nível de energia digestível devido ao maior volume ocupado pelo alimento.

No presente experimento, além da diluição energética das dietas em função da inclusão de polpa cítrica, esperava-se que pela capacidade de retenção de água do ingrediente e pelas propriedades da sua fração de fibra solúvel, haveria redução no consumo diário de ração, pela limitação física do trato, o que não foi observado.

Não foram observados efeitos ($P > 0,1$) dos níveis de polpa cítrica sobre a conversão alimentar, consumo total de ração, peso final, peso pós-jejum e perda de peso no jejum.

Foi observado efeito quadrático ($P = 0,0157$) para o ganho diário de peso, com o maior ganho sendo atingido com a inclusão de 10,79% de polpa (Figura 1a). Este nível

de inclusão foi confirmado pelos resultados obtidos para D130 (Figura 1b), quando o melhor valor foi obtido com a inclusão de 10,97% de polpa cítrica.

Peso dos órgãos

A inclusão dos diferentes níveis de polpa cítrica promoveu aumento dos pesos do estômago, cólon, ceco e fígado, não havendo efeito ($P>0,1$) para os pesos do intestino delgado e pâncreas (Tabela 3). As equações de predição, em função do nível de polpa cítrica, encontram-se na Figura 2.

Tabela 3. Valores médios e coeficientes de variação (CV) para pesos dos órgãos do sistema digestório de suínos alimentados com diferentes níveis de polpa cítrica.

Órgãos	Nível de polpa cítrica, %				CV, %	Regressão	P
	0	10	20	30			
Estômago, g	503,33	553,89	535,56	598,33	8,18	Linear	0,0013
Intestino delgado, g	1702,22	1725,00	1827,78	1904,44	11,03	-	$>0,1$
Cólon, g	1440,00	1541,11	1640,00	1913,89	8,37	Linear	$<0,0001$
Ceco, g	168,33	163,89	187,22	218,89	12,87	Quadrática	0,0314
Pâncreas, g	162,22	156,11	175,00	176,11	10,53	-	$>0,1$
Fígado, g	2187,80	2577,30	3097,80	3422,80	12,04	Linear	$<0,0001$

Para o peso do estômago, foi observado aumento linear ($P=0,0013$) com a elevação dos níveis de polpa cítrica na dieta (Figura 2a). De acordo com LOW (1989), o consumo de dietas contendo maiores níveis de polissacarídeos não-amiláceos (PNAs) pode promover o aumento de secreções gástricas, culminando com maior volume da digesta, de acordo com a natureza hidrofílica dos PNAs. Desse modo, quando há maior quantidade de PNAs solúveis, como a pectina da polpa cítrica, há também maior ocupação do estômago pelo alimento.

Maiores teores de PNAs solúveis influenciam principalmente na hipertrofia do intestino grosso, onde ocorre a fermentação bacteriana desses carboidratos. Em virtude do aumento dos níveis de polpa cítrica nas dietas, foram observados efeitos linear ($P<0,0001$) para o peso do cólon e quadrático ($P=0,0314$) para o peso do ceco (Figuras 2b e 2c, respectivamente). A maior participação do milho na dieta controle pode ter

levado ao maior teor de amido resistente, cuja característica física dentro do ceco se assemelha a de um PNA solúvel quanto ao potencial fermentativo (KREUZER et al., 2002), o que explicaria o efeito próximo ao da dieta pc10 sobre o peso desta porção. Níveis acima de 10% de inclusão de polpa cítrica causaram maior desenvolvimento do ceco, pela maior participação dos PNAs solúveis. PLUSKE et al. (1998) também observaram maior desenvolvimento do intestino grosso de suínos alimentados com dietas contendo PNAs solúveis, afirmando que os ácidos graxos voláteis resultantes da fermentação, principalmente o butirato, eram responsáveis pelo maior desenvolvimento celular da mucosa do cólon.

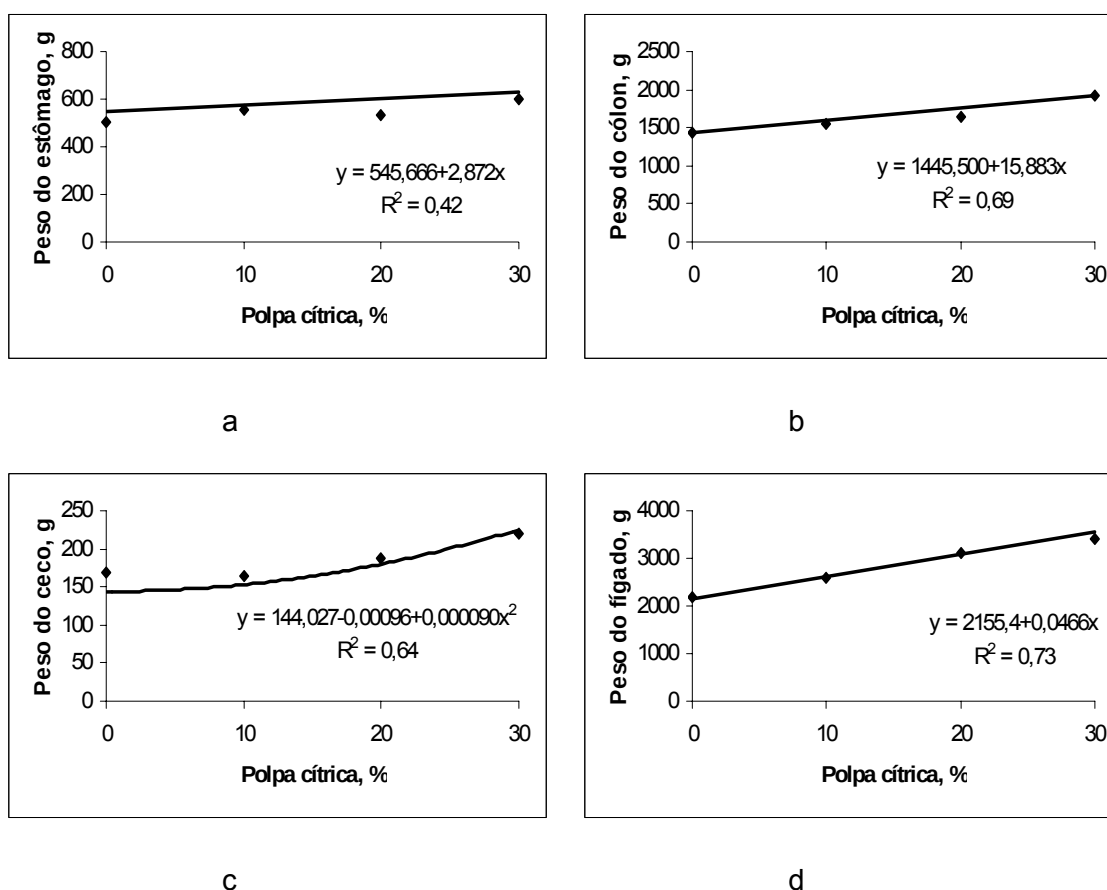


Figura 2. Peso do estômago (a), cólon (b), ceco (c) e fígado (d), em função do nível de polpa cítrica.

MARTELLI et al. (1999) observaram aumento na altura dos vilos da mucosa cecal de suínos abatidos aos 160 kg, quando alimentados com dietas contendo 15% de silagem de polpa de beterraba. Outros autores (WYATT et al., 1989) afirmaram que quando há fornecimento de ingredientes que promovem o aumento da viscosidade do quimo, como a fração solúvel da fibra, há necessidade de maior atividade das paredes do intestino grosso para promover o peristaltismo, levando à hipertrofia muscular e conseqüentemente ao aumento nos pesos do ceco e do cólon.

Quanto às glândulas do sistema digestório, o peso do pâncreas não foi afetado, enquanto o fígado apresentou maior desenvolvimento ($P < 0,0001$), conforme aumentaram os níveis de polpa cítrica nas dietas (Figura 2d). Sendo o fígado o principal órgão responsável pelo metabolismo energético (LEHNINGER et al., 1993), onde ocorre grande parte da síntese de lipídeos e de suas lipoproteínas carreadoras, e cuja atividade é dependente da disponibilidade energética (BRUSS, 1997), esperava-se redução de seu peso nos animais alimentados com maiores níveis de polpa cítrica. Entretanto, o aumento no tamanho do fígado dos animais alimentados com polpa cítrica pode ser explicado pelas maiores produções e liberações de sais biliares devido à adsorção destes pelos PNAs da polpa cítrica. SAMBROOK (1981) ao avaliar a inclusão de ingredientes ricos em PNAs solúvel (cevada) ou insolúvel (celulose), observou que a dieta contendo maior nível de PNA solúvel promoveu aumento da produção de sais biliares.

Parâmetros séricos

Os dados referentes aos parâmetros séricos e a equação de predição para os níveis de colesterol, em função dos níveis de polpa cítrica, estão indicados nas Tabela 4 e Figura 3, respectivamente.

A inclusão de polpa cítrica nas dietas não diminuiu o teor de triacilgliceróis sanguíneo, pois a maior redução na energia, obtida na dieta Pc30, foi de 8,5%. Já FRAGA (2005), ao reduzir em 20% a energia da dieta por meio da inclusão de casca de arroz, observou redução linear no teor de triacilgliceróis.

Tabela 4. Valores médios e coeficientes de variação (CV) dos parâmetros séricos de suínos na colheita inicial (CI) e em função dos níveis de inclusão de polpa cítrica.

Parâmetro sérico, mg/dL	CI	Nível de polpa cítrica, %				CV, %	Regressão	P
		0	10	20	30			
Triacilgliceróis	37,86	45,74	52,01	60,97	56,29	31,54	-	>0,1
Colesterol total	117,8	98,29	128,67	142,25	140,41	18,88	Quadrática	0,0001
Uréia	27,89	27,72	29,66	23,98	32,54	35,33	-	>0,1

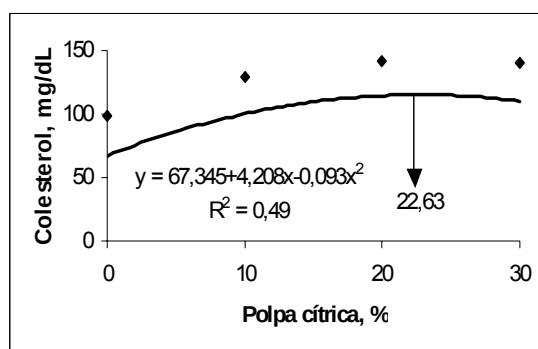


Figura 3. Teor de colesterol total em função dos níveis de polpa cítrica.

Para o nível de colesterol total, foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$), com o maior nível sendo atingido com a inclusão de 22,63% de polpa cítrica (Figura 3).

Vários estudos têm demonstrado que para monogástricos, inclusive o homem, dietas contendo maiores teores de fibra promovem reduções no colesterol sérico e em outras moléculas lipídicas relacionadas ao colesterol (LUDWIG et al., 1999), sendo as fibras solúveis consideradas as mais eficientes nestas reduções (DELANEY et al., 2003). Uma das hipóteses para esse efeito seria porque alguns constituintes da fibra, têm capacidade de adsorver os esteróis e derivados, inclusive os sais biliares e o colesterol, e não sendo absorvidos pelo organismo são eliminados pelas fezes. Para repor os sais biliares excretados, maior quantidade de colesterol, o precursor destes sais, é necessário para a produção hepática (KREUZER et al., 2002).

A pectina é considerada uma das frações da fibra com potencial para reduzir o colesterol sérico (STASSE-WOLTHUIS et al., 1980), porém no presente experimento foi verificado efeito quadrático para o nível de colesterol sérico com o aumento dos níveis

de polpa cítrica na dieta. KREUZER et al. (2002) ao avaliarem os efeitos das frações fermentáveis da fibra, como a hemicelulose e a pectina, sobre o colesterol sérico, observaram que a pectina apresentou menor eficiência para reduzir a colesterolemia.

De acordo com KREUZER et al. (1991), o efeito da fibra para promover a remoção do colesterol e sais biliares do processo de absorção no trato digestório não envolve apenas o efeito adsorativo do carboidrato mas também a atividade microbiana. Desse modo, sendo a pectina solúvel e rapidamente digerida em comparação com a hemicelulose, o colesterol e os sais biliares que estavam adsorvidos junto à pectina são liberados antes do fim do intestino delgado, onde a absorção pelo suíno ainda é possível.

Como a redução da energia ingerida não foi considerável, conseqüentemente não houve aumento do catabolismo de aminoácidos, indicado pela ausência de efeito dos níveis de polpa cítrica sobre a uréia sérica.

CONCLUSÕES

A inclusão de até 30% de polpa cítrica nas dietas para suínos em terminação não reduziu o consumo diário de ração, sendo observados melhores resultados, para ganho diário de peso, com nível de 10,79%. Os animais alimentados com maiores níveis do ingrediente tiveram respostas adaptativas, como aumento dos pesos dos órgãos do sistema digestório, possibilitando maior degradação dos componentes fibrosos da polpa cítrica. Quanto aos parâmetros séricos avaliados, a polpa cítrica não alterou os níveis de uréia e triacilgliceróis, porém aumentou o nível de colesterol total com a inclusão de até 22,63% do ingrediente, indicando que a pectina e demais frações solúveis da fibra não são eficientes para controlar a colesterolemia.

REFERÊNCIAS

- ABECitrus. Associação Brasileira de Exportadores de Cítricos. **Subprodutos da laranja**. Disponível em: <www.abecitrus.com.br/subprodutos_br.html#oessenciais>. Acesso em: 18 out. 2006.
- BAMPIDIS, V.A.; ROBINSON, P.H. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 128, n. 3-4, p. 175-217, 2006.
- BRUSS, M. L. Lipids and ketones. In: MANERO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5. ed. San Diego: Academic Press, 1997, p. 83-115.
- CHADD, S. A. **Voluntary feed intake of hybrid pigs**. 1990. 124f. Tese (PhD) - University of Nottingham, Nottingham, 1990.
- DELANEY, B. et al. Beta-glucan fractions from barley and oats are similarly antiatherogenic in hypercholesterolemic syrian golden hamsters. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 133, n. 6, p. 468-495, 2003.
- DOMÍNGUEZ, P.L. Pulpa de cítricos en la alimentación de cerdos. **Revista Computadorizada de Producción Porcina**, Havana, v.2, n.2, 1995.
- FRAGA, A. L. **Restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate**, 2005. 94 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.
- FRAGA, A.L. et al. Restrição alimentar qualitativa para suínos dos 90 aos 125-130 kg de PV: Características de Carcaça. In: **CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA**, 2., 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: CLAS, 2004. 1 CDROM.
- GOMES, J. D. F. et al. Efeitos do incremento de fibra em detergente neutro sobre desempenho e características de carcaça de suínos em fase de crescimento-

terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. NUN-098. 1 CDROM.

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.74, n.1, p.145, 1995. Abstract.

KREUZER, M. et al. Experimental evaluation of the capacity of the hindgut of sows to ferment purified dietary ingredients and of consequences in nitrogen metabolism. In: KIRCHGESSNER, M. **Advances in animal physiology and animal nutrition**. Wageningen: Wageningen Pers, 1991, p. 62-66.

KREUZER, M. et al. Effects of different fibre sources and fat addition on cholesterol and cholesterol-related lipids in blood serum, bile and body tissues of growing pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v.86, n. 3-4, p.57-73, 2002.

LEE, C.Y. et al. Effects of restricted feeding, low-energy diet, and implantation of trenbolone acetate plus estradiol on growth, carcass traits, and circulating concentrations of insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-binding protein –3 in finishing barrows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 1, p.84-93. 2002.

LEHNINGER, A.L. et al. **Princípios de Bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1993. 290p.

LOW, A. G. Secretory responses of the pig gut to non-starch polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 23, n. 1-3, p. 55-65, 1989.

LUDWIG, D. S. et al. Dietary fiber, weight gain and cardiovascular disease risk factors in young adults. **The Journal of the American Medical Association**, Chicago v. 282, n. 16, p. 1539, 1999.

MARTELLI, G. et al. The effects of sugar beet pulp silage (PBPS) added with vinasse in heavy pig production. **Zootecnia e Nutrizione Animale**, Bologna, v. 26, p. 219-225, 1999.

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

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. **Animal Science**, London, v. 67, n. 1, p. 147-156, 1998.

POND, W. G. et al. Effect of dietary fiber on young genetically lean, obese and contemporary pigs: body weight, carcass measurements, organ weights and digesta content. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, n. 3, p.699-706. 1988.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos** – Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2005. 141p.

SAMBROOK, I. E. Studies on the flow and composition of bile in growing pigs. **The Journal of the Science of Food and Agricultural**, London, v. 32, n. 8, p. 781-791, 1981.

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

STASSE-WOLTHUIS, M. et al. Influence of dietary fiber from vegetables and fruits, bran or citrus pectin on serum lipids, fecal lipids and colonic function. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 33, n. 8, p. 1745-1755, 1980.

WYATT, G. M. et al. Intestinal microflora and gastrointestinal adaptation in the rat in response to non-digestible dietary polysaccharides. **British Journal of Nutrition**, London, v. 60, n. 2, p. 197-207, 1989.

CAPÍTULO 4 – CARACTERÍSTICAS DE CARÇA E QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS ABATIDOS COM 130 KG DE PESO E ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE POLPA CÍTRICA

RESUMO – Foi realizado um ensaio utilizando 36 suínos machos castrados da linhagem Topigs, com peso inicial de $83,7 \pm 5,1$ kg, para avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de polpa cítrica (0, 10, 20 e 30%) na restrição alimentar qualitativa para suínos abatidos aos 130 kg de peso, quanto as características de carcaça e qualidade de carne. Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, sendo 4 tratamentos e 9 repetições. Foram observadas reduções lineares ($P < 0,05$) no peso e rendimento de carcaça em função da inclusão de polpa cítrica na dieta. Embora tenha sido encontrado efeito linear negativo ($P < 0,05$) sobre o peso do pernil, não houve efeito ($P > 0,05$) do aumento crescente dos níveis de polpa cítrica nas dietas sobre o rendimento deste corte. Foi observado efeito quadrático para a área de olho de lombo, havendo maior desenvolvimento deste corte ao redor de 8,03% de polpa cítrica na dieta. Maiores níveis de polpa cítrica não foram suficientes para reduzir a espessura de toucinho e aumentar a quantidade de carne magra nas carcaças, mostrando que a restrição alimentar qualitativa pode não ter sido eficiente. Quanto a qualidade de carne, foi observado aumento linear ($P < 0,05$) do pH_{24h} em função dos níveis de polpa cítrica. Foi observado efeito linear negativo ($P < 0,05$) sobre as variáveis indicativas de cor (L^* , a^* e b^*) em função da inclusão de polpa cítrica nas dietas. Para as demais características físicas da carne avaliadas, como perda de água por gotejamento, perdas por cocção, força de cisalhamento, capacidade de retenção de água e análise de oxidação lipídica, não foi observado efeito da inclusão de polpa cítrica, o que qualifica o uso do ingrediente na alimentação de suínos.

Palavras-chave: carne suína, restrição alimentar qualitativa, suínos pesados, tipificação de carcaça

CHAPTER 4 – CARCASS CHARACTERISTICS AND MEAT QUALITY OF PIGS WITH 130 KG OF WEIGHT FED WITH DIETS CONTAINING DIFFERENT LEVELS OF CITRUS PULP

SUMMARY – A study was carried out with 36 barrows of Topigs lineage (initial weight of 83.7 ± 5.1 kg), to evaluate the effect of inclusion of different levels of citrus pulp (0, 10, 20 and 30%) in qualitative feed restriction for swine abated with 130 kg of weight, considering carcass characteristics and meat quality. It was used a randomized block design with 4 treatments and 9 replicates. Linear reductions ($P < .05$) in carcass weight and total dressing as a function of the citrus pulp inclusion were observed. Although a negative linear effect ($P < .05$) on ham weight was found, there was not effect ($P > .05$) of increasing levels of citrus pulp in the diets on ham dressing. A quadratic effect was observed for the loin eye area, and the maximum value was obtained with the inclusion of 8.03% of citrus pulp in the diet. Higher levels of citrus pulp were not high enough to reduce the bacon thickness and to increase the amount of thin meat in the carcasses, showing that the qualitative feed restriction might not have been efficient. Considering meat quality, linear reduction ($P < .05$) was observed in pH24h as a function of the citrus pulp inclusion. It was found a negative linear effect ($P < .05$) on indicative variables of color (L^* , a^* and b^*) as a function of levels of citrus pulp in diets. For others meat physical characteristics, as drip loss, cooking loss percentage, shear force value, water holding capacity and lipid oxidation analysis, no effect of citrus pulp inclusion was observed, qualifying the use of this ingredient on swine nutrition.

Keywords: carcass qualification, heavy swine, qualitative feed restriction, swine meat.

INTRODUÇÃO

Desde a sua implementação nos anos 90, a tipificação eletrônica de carcaças suínas tem contribuído muito para o desenvolvimento da suinocultura nacional (FACCO, 2003), beneficiando o consumidor com produtos comerciais de melhores apresentação e qualidade. Nesse sistema, as carcaças são mais bonificadas quanto maior o percentual de carne magra, sendo penalizadas aquelas que apresentarem maiores teores de gordura (FÁVERO et al., 1997).

A elaboração de novos produtos e cortes comerciais tem levado os frigoríficos a buscarem carcaças de maiores pesos, provenientes de animais com peso próximo de 130 kg, além de reduzir os custos operacionais por suíno abatido (ZAGURY, 2002).

Entretanto, em termos de deposição de tecidos, animais na fase de terminação apresentam alta deposição de gordura (WHITTEMORE, 1993) e levá-los ao abate na faixa de 130 kg sem manejo nutricional correto acarreta em menor bonificação de suas carcaças, não justificando assim o abate tardio.

Nesse sentido, a adoção de programas de restrição alimentar para animais com mais de 100 kg é necessária, podendo ser utilizadas as restrições quantitativa ou qualitativa. Para o produtor, a restrição alimentar qualitativa apresenta-se mais vantajosa, visto que só implica na diluição energética da ração através da inclusão de ingredientes fibrosos, como os resíduos da indústria alimentar humana.

A casca de arroz (FRAGA et al., 2004), proveniente do beneficiamento deste cereal, bem como resíduos do processamento do trigo (LEE et al., 2002), foram testados em programas de restrição qualitativa e melhoraram as características das carcaças de suínos. Outros resíduos podem ser utilizados, desde que conhecidos seus efeitos sobre o aproveitamento dos nutrientes e que não haja problemas quanto à disponibilidade comercial.

A polpa cítrica é um resíduo da extração do suco da laranja, sendo facilmente encontrada no estado de São Paulo (ABECitrus, 2006). É um ingrediente que apresenta elevado teor de fibras, principalmente as solúveis e desse modo pode ser eficiente na restrição alimentar qualitativa.

Diante do exposto, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de polpa cítrica sobre as características de carcaça e qualidade da carne de suínos abatidos com 130 kg.

MATERIAL E MÉTODOS

Instalações, animais e dietas experimentais

O ensaio foi conduzido nos meses de março a maio de 2006, nas instalações experimentais do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal.

Foram utilizados 36 suínos machos castrados da linhagem Topigs, de elevada capacidade de deposição de tecido magro, inicialmente com peso de $80,4 \pm 2,7$ kg, alojados em baias individuais de $2,55 \text{ m}^2$ cada, equipadas com bebedouro em nível do tipo vaso comunicante e comedouro semi-automático.

Os animais foram distribuídos entre 4 tratamentos, quando teve início o período de adaptação à inclusão de polpa cítrica na ração. Durante 5 dias os animais receberam rações com níveis crescentes de polpa cítrica, até que o nível estabelecido para cada tratamento fosse atingido. Após o período de adaptação, iniciou-se o ensaio, com os animais recebendo as dietas pré-determinadas e apresentando peso médio de $83,7 \pm 5,1$ kg. As dietas foram formuladas para atender as exigências indicadas pelo “software” do NRC (1998), considerando a concentração energética da dieta controle de 3365 kcal ED/kg de ração, para machos castrados, com peso vivo de 105 kg, alto potencial genético e temperatura média no período experimental de 24°C (Tabela 1). Para a formulação das dietas, foram utilizados os valores de nutrientes e energia digestível da polpa cítrica, apresentados no Capítulo 2. Os tratamentos experimentais foram:

- Dieta controle - composta principalmente por milho e farelo de soja;
- Dieta Pc10 - formulada para atingir os mesmos níveis de lisina digestível, cálcio e fósforo disponível que a dieta controle, no entanto com a inclusão de 10% de polpa cítrica;

- Dieta Pc20 - formulada para atingir os mesmos níveis de lisina digestível, cálcio e fósforo disponível que a dieta controle, no entanto com a inclusão de 20% de polpa cítrica;

- Dieta Pc30 - formulada para atingir os mesmos níveis de lisina digestível, cálcio e fósforo disponível que a dieta controle, no entanto com a inclusão de 30% de polpa cítrica.

Tabela 1 – Composições centesimal, química e energética das dietas experimentais

Ingredientes, %	Dieta			
	Controle	Pc10	Pc20	Pc30
Milho	81,78	71,01	60,24	49,43
Farelo de soja	16,40	17,17	17,94	18,75
Polpa cítrica	0,00	10,00	20,00	30,00
Calcário calcítico	0,58	0,58	0,57	0,57
Fosfato bicálcico	0,64	0,64	0,65	0,65
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30
Suplemento vit+min ⁽¹⁾	0,30	0,30	0,30	0,30
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada ⁽²⁾				
Energia digestível, kcal/kg	3391	3294	3197	3100
Proteína bruta, %	14,87	14,28	14,37	14,48
FDN, % ⁽³⁾	11,88	12,61	13,33	14,06
FDA, % ⁽³⁾	4,23	5,35	6,46	7,57
FSDN, % ⁽³⁾	7,41	10,95	14,63	18,04
Amido, % ⁽³⁾	54,91	48,34	41,76	35,17
Lisina dig., %	0,58	0,58	0,58	0,58
Metionina + cistina dig., %	0,46	0,43	0,41	0,38
Cálcio, %	0,44	0,44	0,44	0,44
Fósforo disp., %	0,18	0,18	0,17	0,17

¹ Suplemento vitamínico – quantidade por kg do produto: 2.500.000 UI de vitamina A, 500.000 UI de vitamina D3, 50 mg de biotina, 50 mg de colina, 10000 mg de niacina, 3000 mg de pantotenato de cálcio, 7 mg de vitamina B12, 1800 mg de vitamina B2, 7500 mg de vitamina E, 1000 mg de vitamina K3. Suplemento mineral – quantidade por kg do produto: 40.000 mg de ferro, 35.000 mg de cobre, 20.000 mg de manganês, 40.000 mg de zinco, 360 mg de cobalto, 840 mg de iodo, 120 mg de selênio.

² Valores nutricionais dos ingredientes, propostos por ROSTAGNO et al. (2005).

³ Valores obtidos por meio de análise laboratorial

Manejo e abate dos animais

O peso final estabelecido foi de 130 kg e conforme atingiam este peso, os animais eram destinados ao abate.

Os abates ocorreram no dia seguinte à última pesagem. Os animais foram submetidos a jejum sólido por 15h e pesados novamente. No momento do abate, os animais eram atordoados por meio de descarga elétrica, seguida pelos procedimentos de sangria, depilação e evisceração.

Características de carcaça

Após a retirada das vísceras, as carcaças eram serradas longitudinalmente ao meio e pesadas. Relacionando o peso das meias carcaças com o peso vivo, obteve-se o rendimento de carcaça. Em seguida, as meias carcaças eram levadas à câmara fria, em temperatura de refrigeração (4° C), permanecendo por 24 horas, quando então eram avaliadas.

Seguindo o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (ABCS, 1973), na meia carcaça direita de cada animal foram realizadas as seguintes medidas: comprimento da carcaça, espessura média de toucinho, resultante das espessuras de toucinho na altura das primeira e última vértebras torácicas e última vértebra lombar, peso e rendimento de pernil, área de olho de lombo, área de gordura e relação gordura/carne, obtida por meio da divisão da área de gordura pela área de olho de lombo.

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

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

$$QCM = 7,38 - 0,48 \times ET + 0,059 \times PL + 0,525 \times PCQ$$

$$\%CM = 65,92 - 0,685 \times ET + 0,094 \times PL - 0,026 \times PCQ$$

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 descrito por FÁVERO et al. (1997) e indicado a seguir:

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

Qualidade da carne

Decorridos 45 minutos do abate, foi mensurado o pH (pH45') nos músculos *Longissimus* e *Semimembranosus* da meia carcaça direita de cada animal, sendo o pH novamente mensurado nos mesmos locais após 24 horas (pH24h), com as carcaças mantidas sob refrigeração (4° C).

Da meia carcaça direita de cada animal, foi colhida uma amostra de aproximadamente 15 cm do músculo *Longissimus*, sendo retirada a camada de gordura adjacente ao músculo. Esta foi levada ao Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da FCAV – Unesp, Campus de Jaboticabal, onde foram realizadas as análises físicas da carne.

Para medir a capacidade de retenção de água da carne crua, amostras de aproximadamente 2 g foram dispostas entre duas folhas de papel filtro e submetidas à pressão exercida por um peso de 10 kg durante 5 minutos (HAMM, 1986), pesando novamente as amostras, sendo expressas em porcentagem.

Cortes de aproximadamente 2 cm de espessura foram obtidos das amostras, sendo expostos ao ar por 40 minutos para reação da mioglobina com o oxigênio atmosférico (SHIMOKOMAKI, 2003). As medidas de coloração foram obtidas com o aparelho da marca MINOLTA, operando no sistema CIE, encontrando valores de L* (indicação de luminosidade), a* (indicação do teor de vermelho) e b* (indicação do teor de amarelo) da carne. Em seguida, os cortes foram levados ao forno pré-aquecido

(170° C) até atingirem a temperatura no centro geométrico de 70° C, determinando-se as perdas por cocção (perdas evaporativas, por gotejamento e total) em porcentagem.

Após a cocção, as amostras foram cortadas na forma cilíndrica e submetidas ao aparelho TEXTURE ANALYZER TA-XT-125, para mensuração da força de cisalhamento, expressa em kgf/cm² (CORTE et al., 1979).

Para avaliar as perdas de água por gotejamento, amostras de aproximadamente 110 g, livres de gordura, foram suspensas em redes de nylon seladas dentro de sacos plásticos e assim permanecendo em câmara fria, à temperatura de 4°C por 48 horas. A perda de água por gotejamento foi calculada pela diferença entre o peso inicial e o peso final da amostra, sendo expressa em porcentagem (BOCCARD et al., 1981).

A análise de oxidação lipídica foi realizada através de análise comparativa, observando a reatividade de substâncias com o ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) em amostras armazenadas nos dias 1 e 8 após o abate, sob temperatura de refrigeração, de acordo com o método descrito por PIKUL et al. (1989).

Delineamento experimental e análises estatísticas

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, para controlar diferenças iniciais de peso, com 4 tratamentos e 9 repetições, sendo a unidade experimental constituída por um animal.

Os dados obtidos, após serem analisados quanto à homogeneidade de variâncias (teste de Levene a 5%) entre os tratamentos, foram submetidos à análise de variância, utilizando o pacote PROC GLM do programa estatístico SAS (1998), de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + b_1NR_i + b_2NR_i^2 + B_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : valor observado para o nível de polpa cítrica i, no bloco j;

μ : constante geral;

b_1 : coeficiente de regressão linear dos níveis de polpa cítrica;

NR_i : níveis de polpa cítrica i ($i = 0, 10, 20$ e 30%);

b_2 : coeficiente de regressão quadrática dos níveis de polpa cítrica;

Bl_j : efeito do bloco j ($j = 1, \dots, 9$);

e_{ij} : erro associado ao valor observado para o nível de polpa cítrica i , no bloco j .

Para todas as características avaliadas o peso final foi utilizado como co-variável no modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características de carcaça

Os dados referentes às características de carcaça dos suínos, em função dos níveis de polpa cítrica, estão indicados na Tabela 2. Nas figuras 1 e 2 encontram-se as características de carcaça que foram afetadas ($P < 0,05$) pelos níveis de polpa cítrica.

Devido à padronização do peso de abate, o mesmo não foi influenciado pelos níveis de polpa cítrica nas dietas, bem como o comprimento de carcaça ($P > 0,1$). Entretanto, para peso e rendimento de carcaça foram observadas reduções lineares ($P < 0,05$) em função dos níveis de polpa cítrica (Figuras 1a e 1b, respectivamente). Tais decréscimos foram causados pelos maiores pesos dos órgãos do sistema digestório daqueles animais que receberam maiores níveis de polpa cítrica na dieta, visto que, a maior quantidade de polissacarídeos não-amiláceos (PNAs) promove o aumento de secreções, acarretando em maior volume do quimo e conseqüentemente em distensão e hipertrofia da musculatura do estômago (LOW, 1989), além de promover maior desenvolvimento das células da mucosa (PLUSKE et al., 1998) e hipertrofia do intestino grosso (WYATT et al., 1989), levando ao maior peso destas porções do trato digestório.

Tabela 2. Valores médios e coeficientes de variação (CV) das características de carcaça de suínos, em função dos níveis de inclusão da polpa cítrica.

Característica	Nível de polpa cítrica, %				CV, %	Regressão	P
	0	10	20	30			
Peso final, kg	129,6	129,4	130,5	129,6	1,53	-	>0,1
Peso da carcaça, kg ⁽¹⁾	105,4	104,2	102,3	99,8	2,29	Linear	<0,0001
Rendimento de carcaça, % ⁽¹⁾	81,8	81,1	79,2	77,7	1,51	Linear	<0,0001
Comprimento de carcaça, cm ⁽¹⁾	101,5	100,1	102,3	100,4	2,65	-	>0,1
Espessura de toucinho ⁽¹⁾ , mm ⁽¹⁾	30,9	31,6	28,5	29,0	10,03	-	>0,1
Área de olho de lombo, cm ²⁽¹⁾	52,7	56,9	49,0	46,6	9,28	Quadrático	0,0388
Área de gordura, cm ²⁽¹⁾	25,0	24,9	23,9	23,6	14,70	-	>0,1
Relação gordura/carne ^(1,2)	0,48	0,44	0,49	0,54	14,68	-	>0,1
Peso de pernil, kg ⁽¹⁾	16,26	16,32	15,69	15,22	4,28	Linear	0,0003
Rendimento de pernil, % ⁽¹⁾	30,86	31,31	30,69	30,52	4,27	-	>0,1
Peso da carcaça quente, kg ⁽³⁾	99,2	97,3	95,0	93,6	1,31	Linear	<0,0001
ET, mm ⁽⁴⁾	15,9	15,9	14,9	16,2	14,77	-	>0,1
PL, mm ⁽⁴⁾	77,4	78,9	72,2	68,9	8,61	Linear	0,0029
Carne magra na carcaça, kg	55,9	55,5	54,9	52,9	2,48	Linear	0,0001
Carne magra na carcaça, %	59,8	59,9	60,0	58,8	2,90	-	>0,1
Índice de bonificação, %	116,0	116,1	116,0	114,4	1,73	-	>0,1

¹ Peso da carcaça e espessura média de toucinho, de acordo com o MBCC (ABCS, 1973)

² Relação gordura/carne obtida pela divisão da área de gordura pela área de olho de lombo

³ Peso da carcaça sem patas e cabeça, de acordo com GUIDONI (2000)

⁴ ET e PL – Espessura de toucinho e profundidade de lombo, respectivamente, entre a última e penúltima costelas, a 6 cm da linha dorsal média.

Enquanto FRAGA (2005) não observou menor rendimento de carcaça com inclusão de 19% de casca de arroz na dieta de suínos até 130 kg, SCIPIONE et al. (1991) observaram redução significativa no rendimento de carcaça de animais abatidos com 144 kg, quando alimentados com silagem de polpa de beterraba. PLUSKE et al. (1998) observaram correlação negativa entre o consumo de PNAs solúveis e rendimento de carcaça, e sob o ponto de vista comercial, esta relação pode indicar certa limitação ao adicionar ingredientes ricos em PNAs solúveis na dieta de suínos em terminação, visto que o produtor é remunerado pelas carcaças e não pelas vísceras e órgãos como fígado e pâncreas.

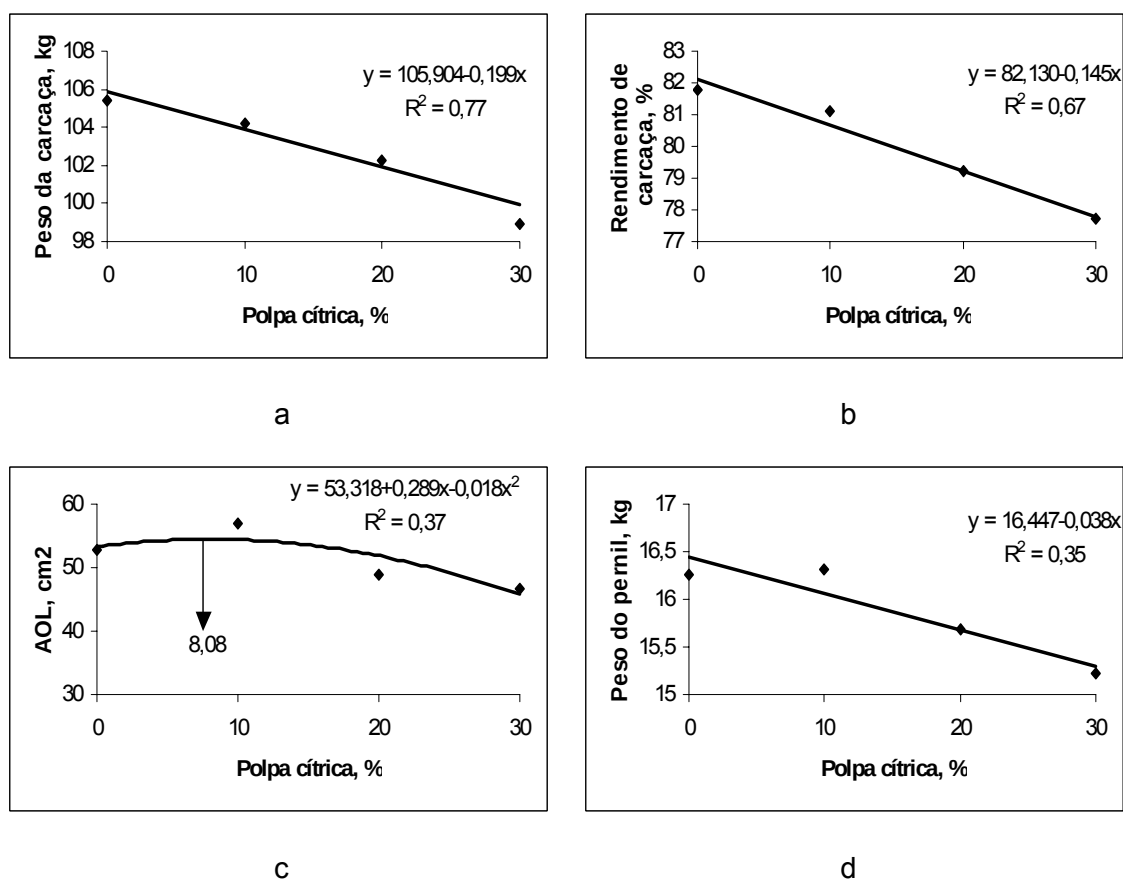


Figura 1. Peso da carcaça (a), rendimento de carcaça (b), área de olho de lombo (c), e peso do pernil (d), em função dos níveis de polpa cítrica

Embora a inclusão de polpa cítrica não tenha promovido reduções da espessura de toucinho ($P > 0,1$) e da área de gordura ($P > 0,1$), parâmetros importantes utilizados na tipificação de carcaças suínas, foi observado efeito quadrático para a área de olho de lombo, constatando que a polpa cítrica proporcionou maior desenvolvimento do lombo quando o nível de inclusão foi de 8,03% (Figura 1c). CANDEK-POTOKAR et al. (1999) ao avaliarem o efeito da restrição alimentar quantitativa de 30% sobre a área de olho de lombo de suínos abatidos aos 130 kg, observaram que o programa adotado não promoveu maior desenvolvimento do músculo, afirmando que maiores níveis de restrição pode ocasionar a falta de nutrientes necessários para o desenvolvimento muscular, sendo a principal causa para o decréscimo no tamanho da fibra muscular.

Houve redução linear do peso do pernil ($P=0,0003$) com o aumento de polpa cítrica na dieta (Figura 1d), porém não foi observada piora no rendimento do mesmo ($P>0,1$). Sendo considerada uma parte nobre da carcaça, os pernis de animais abatidos acima de 130 kg participam com 30% do peso da carcaça, mas comercialmente representam até 60% do valor do animal (GALASSI et al., 2004), pois são destinados à fabricação de produtos curados, com alto valor agregado. Dessa maneira, é imprescindível que a restrição alimentar promova melhora na qualidade da carcaça e no mínimo mantenha o rendimento de pernil, o que aconteceu neste experimento.

Para a tipificação de carcaças são levados em consideração o peso da carcaça quente, a ET e a PL (ZAGURY, 2002). Foram observadas reduções lineares para o peso da carcaça quente ($P=0,0001$) e PL ($P=0,0029$), as quais encontram-se nas figuras 2a e 2b, respectivamente, em função dos níveis de polpa cítrica nas dietas, não

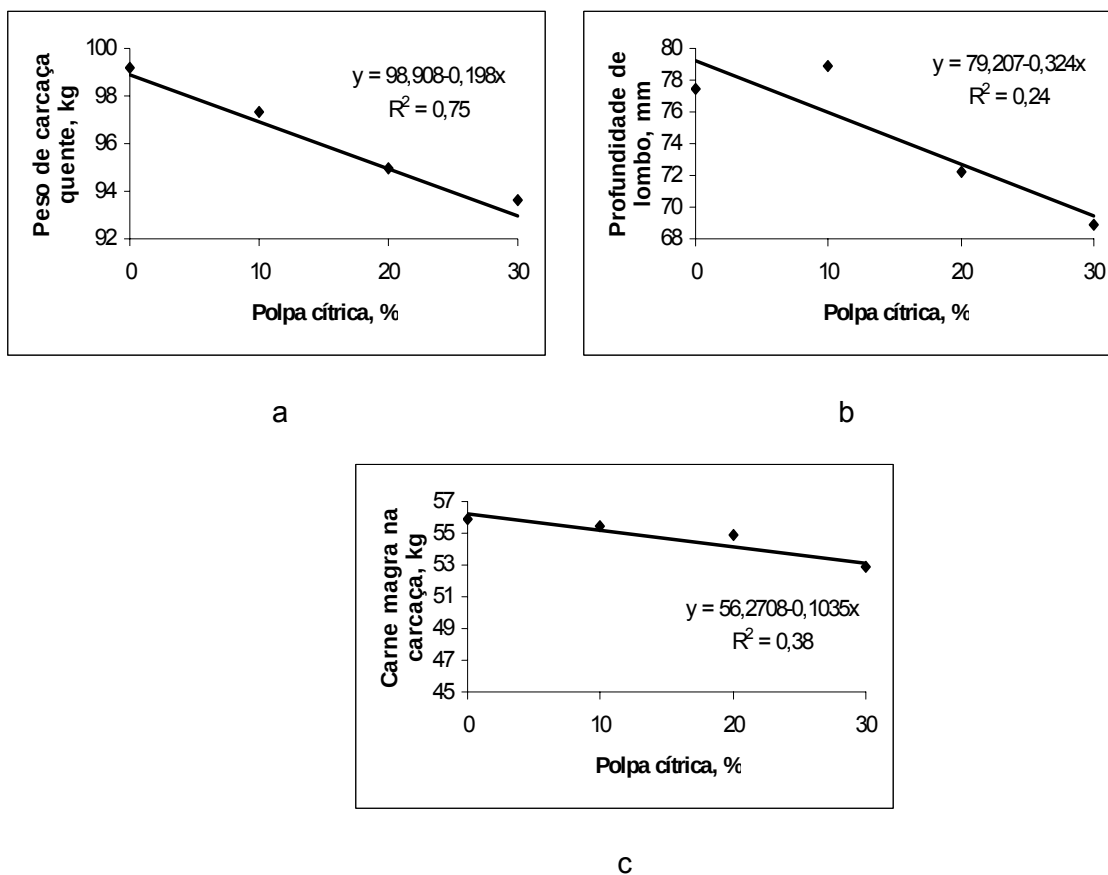


Figura 2. Peso da carcaça quente (a), profundidade de lombo (b) e quantidade de carne (c), em função dos níveis de polpa cítrica.

sendo porém, observado efeito sobre a ET ($P>0,1$). Sendo essas as três variáveis para a quantificação de carne na carcaça, foi observada redução linear ($P=0,0001$), Figura 2c, com o aumento dos níveis de polpa cítrica nas dietas, não havendo, no entanto, efeitos sobre a porcentagem de carne magra na carcaça ($P>0,1$), e no índice de bonificação ($P>0,1$).

Qualidade da carne

Na Tabela 3 encontram-se os valores referentes às características qualitativas da carne. As equações de predição do pH24h dos músculos *Longissimus* e *Semitendinosus* encontram-se na Figura 3.

Tabela 3. Valores médios e coeficiente de variação (CV) de características qualitativas da carne de suínos, em função dos níveis de inclusão de polpa cítrica.

Característica qualitativa	Nível de polpa cítrica, %				CV, %	Regressão	P
	0	10	20	30			
pH45' <i>Longissimus</i>	6,12	6,13	6,11	6,32	3,62	-	$>0,1$
pH45' <i>Semitendinosus</i>	6,06	6,04	6,11	6,23	2,42	-	0,055
pH24h <i>Longissimus</i>	5,47	5,49	5,50	5,60	1,15	Linear	0,0005
pH24h <i>Semitendinosus</i>	5,45	5,45	5,50	5,53	0,87	Linear	0,0021
Perdas por gotejamento, %	12,44	12,55	11,48	9,11	5,32	-	0,0549
Valor de L*	59,01	61,56	57,89	55,70	5,54	Linear	0,0307
Valor de a*	8,73	8,91	7,05	6,95	14,38	Linear	0,001
Valor de b*	7,19	6,74	5,29	4,60	31,84	Linear	0,0024
PPC (evaporação), % ⁽¹⁾	28,77	29,85	27,32	27,52	10,25	-	$>0,1$
PPC (gotejamento), % ⁽¹⁾	12,45	12,55	11,48	9,11	23,80	-	$>0,1$
PPC total, % ⁽¹⁾	30,95	31,35	29,68	29,64	9,51	-	$>0,1$
FC, kgf/cm ²⁽¹⁾	2,59	2,92	2,99	2,84	16,28	-	$>0,1$
CRA, % ⁽¹⁾	68,45	68,42	70,55	71,82	4,07	-	$>0,1$
TBA, mg/kg ⁽¹⁾	0,58	0,50	0,46	0,46	44,81	-	$>0,1$

¹ PPC – perdas por cocção; FC – força de cisalhamento; CRA – capacidade de retenção de água; TBA – análise de oxidação lipídica, através da reação com ácido 2-tiobarbitúrico

Embora não tenha sido observado efeito ($P>0,1$) sobre o pH45' após o abate nos músculos *Longissimus* e *Semitendinosus*, foi observado efeito linear positivo ($P<0,05$) sobre o pH24h, mensurado nos mesmos locais, em função do nível de polpa cítrica nas dietas (Figura 3).

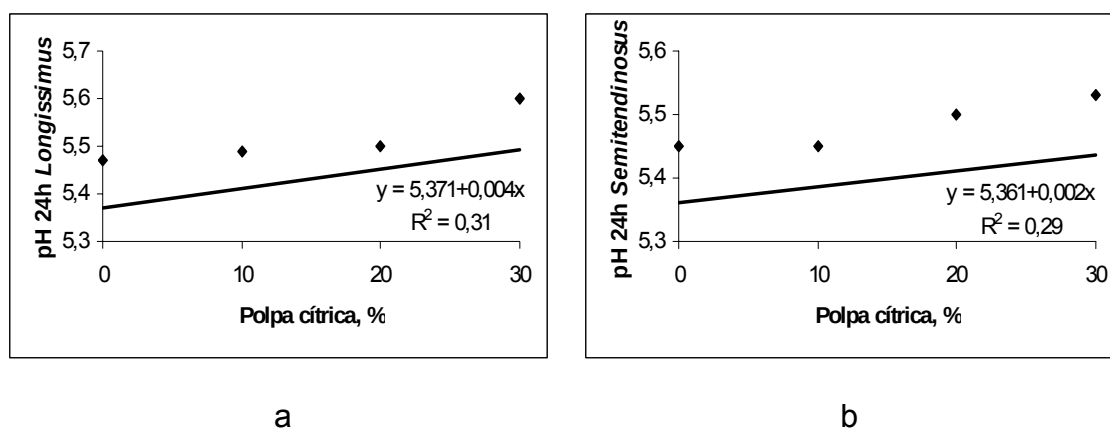


Figura 3. Valores de pH24h dos músculos *Longissimus* (a) e *Semitendinosus* (b) em função dos níveis de polpa cítrica.

Não foi observado efeito da inclusão de polpa cítrica sobre a perda de água por gotejamento. Embora o valor médio de 11,39% para esta característica esteja acima do valor desejado de 5%, este aumento não pode ser atribuído à inclusão de polpa cítrica, visto que todos os tratamentos apresentaram valores próximos à média. A amplitude de valores encontrados por SOUZA et al. (1998) para perda de água por gotejamento variou de 4,5 a 10,4%, mostrando que inúmeros fatores podem influenciar esta característica da carne como aplicação correta da insensibilização elétrica, intervalo de tempo entre insensibilização e sangria e entrada da carcaça na câmara de resfriamento.

A inclusão de polpa cítrica alterou os parâmetros de coloração, sendo observadas reduções lineares ($P<0,05$) nos valores de L^* , a^* e b^* (Figuras 4a, 4b e 4c, respectivamente), em função dos aumentos dos níveis de polpa cítrica. Valores mais baixos dessas variáveis indicam carne mais escura, menos vermelha e menos amarela,

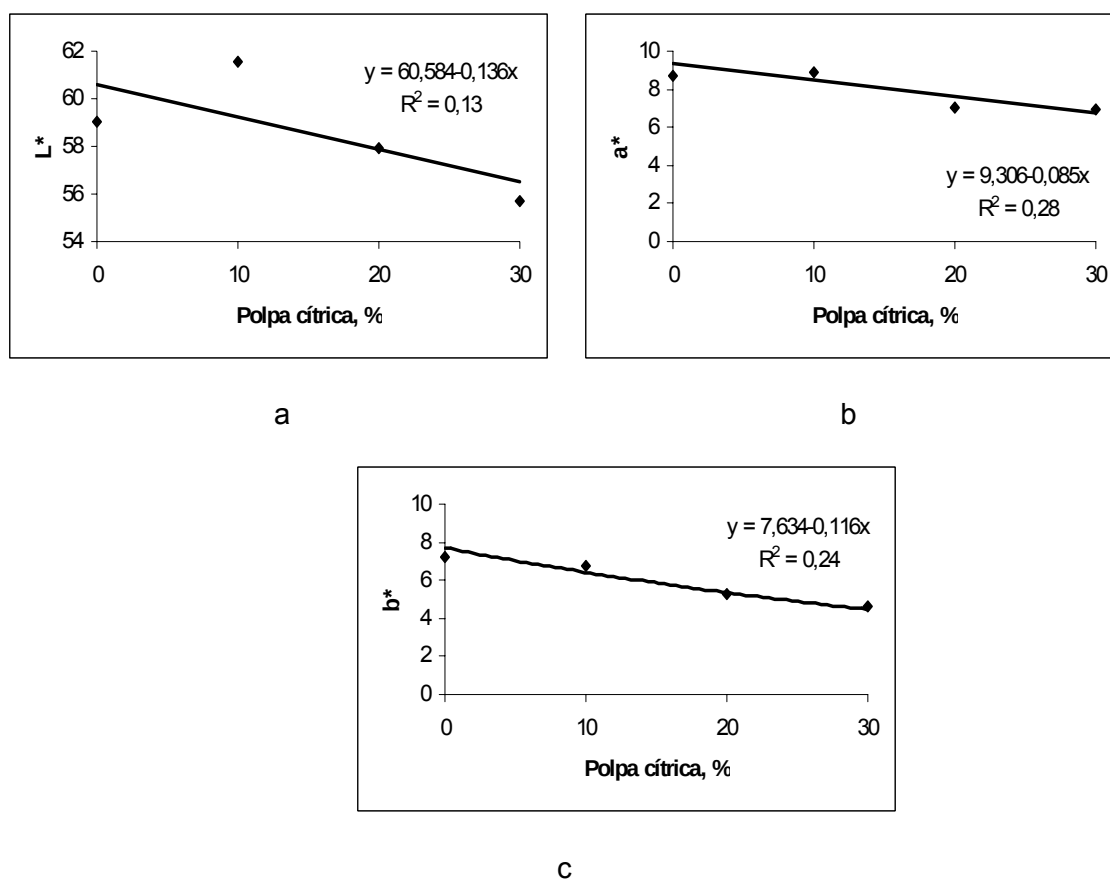


Figura 4. Valores de L* (a) , a* (b) e b* (c), em função dos níveis de polpa cítrica.

respectivamente (WARRIS, 1995). FRAGA (2005) ao incluir casca de arroz nas dietas de suínos abatidos ao redor de 130 kg, também observou reduções nos valores de a* e b* da carne, mas não de L*, possivelmente pela diminuição dos pigmentos na dieta pela menor participação do milho. Entretanto, MARTELLI et al. (1999) ao utilizarem a silagem de polpa de beterraba na alimentação de suínos até 160 kg de peso, não observaram efeito do ingrediente sobre o pH e a coloração da carne.

CISNEROS et al. (1996) afirmaram que pela tendência de suínos em apresentarem maior deposição lipídica, tanto na camada subcutânea quanto no interior dos músculos, com o aumento do peso, o abate de animais mais pesados resultaria em maior presença de gordura intramuscular, ocasionando alterações no parâmetro de coloração b* (VARNAM & SUTHERLAND, 1995). De acordo com JOO et al. (2002), as

alterações no valor de b^* podem ser um indicativo de mudanças na composição de ácidos graxos da gordura intramuscular.

Além da alimentação, a restrição alimentar também pode interferir nos parâmetros de coloração da carne. De acordo com CANDEK-POTOKAR et al. (1999), a alimentação restrita em 30% para suínos com peso de abate de 130 kg afetou a configuração muscular do lombo, com maior área relativa ocupada por fibras musculares vermelhas de contração lenta, resultando em menores valores de a^* e de b^* .

Para as características de perdas por cocção (evaporação, gotejamento e total), não foi observado efeito ($P>0,1$) da polpa cítrica sobre esta variável. O valor médio para perdas por cocção total encontrado neste experimento (30,40%) assemelhou-se de 32,29; 30,85 e 27,82% observados por HODGSON et al. (1991); PIRES et al. (2002) e BRIDI et al. (2006), respectivamente.

Quanto à força de cisalhamento, o valor médio entre os tratamentos foi de 2,83 kgf/cm², não havendo diferença quanto à maciez. BRIDI et al. (2006), ao avaliarem a adição de ractopamina para suínos abatidos aos 100 kg, encontraram valor médio de 3,44 kgf/cm², estando acima dos observados nesse estudo, enquanto LATORRE et al. (2002), ao analisarem a qualidade da carne de suínos abatidos com peso de 133 kg, encontraram valores próximos a 2,70 kgf/cm².

Para a capacidade de retenção de água, não houve efeito ($P>0,1$) da inclusão dos diferentes níveis de polpa cítrica. FRAGA (2005) ao avaliar níveis de restrição alimentar qualitativa, também não observou efeito sobre a capacidade de retenção de água do lombo, encontrando valor médio de 64,8%, estando próximo da média de 69,81% obtida no presente trabalho.

A oxidação lipídica também é uma característica importante na avaliação das carcaças de suínos, pois tem como principal consequência a modificação do sabor e o aparecimento de odor e gosto característicos do ranço, os quais representam para o consumidor ou para o transformador industrial, importante causa de depreciação ou rejeição (SILVA et al., 1998). De acordo com SABARENSE (2003), a alimentação pode repercutir sobre o perfil de ácidos graxos na carne, podendo levar à maior tendência à

oxidação lipídica. Os resultados da análise de oxidação lipídica (TBA), indicaram que a inclusão de polpa cítrica nas dietas não promoveu ($P>0,1$) maior formação de peróxidos e produtos de sua degradação como o malonaldeído. O valor médio de 0,50 mg/kg obtido para TBA obtido no presente trabalho foi próximo de 0,52 mg/kg obtido por JOO et al. (2002), ao avaliarem a inclusão de ácido linoléico conjugado para suínos abatidos aos 105 kg. Sendo uma análise comparativa que avalia a estabilidade dos lipídeos sob refrigeração, a adição de polpa cítrica em programas de restrição alimentar não piora a qualidade da carne e não diminui o tempo de prateleira.

CONCLUSÕES

Para utilizar a polpa cítrica na alimentação de suínos abatidos aos 130 kg de peso e submetidos à restrição alimentar, recomenda-se incluir até 8,03% de polpa cítrica, visto que maiores níveis podem levar a carcaças com menores área de olho de lombo, peso e rendimento. Por não proporcionar qualquer efeito deletério sobre a qualidade da carne, a polpa cítrica pode ser utilizada na alimentação de suínos.

REFERÊNCIAS

- ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Método Brasileiro de Classificação de Carcaças**. Estrela: ABCS, 1973. 17p. (Publicação Técnica nº 2)
- ABECitrus. Associação Brasileira de Exportadores de Cítricos. **Subprodutos da laranja**. Disponível em: <www.abecitrus.com.br/subprodutos_br.html#oessenciais>. Acesso em: 18 out. 2006.
- BOCCARD, R et al. Proceedings for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 8, n. 3, p. 385-397, 1981.
- BRIDI, A. M. et al. Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 2027-2033, 2006.
- CANDEK-POTOKAR, M. et al. Effect of slaughter weight and/or age on histological characteristics of pig longissimus dorsi muscle as related to meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 98, n.3, p. 195-203, 1999.
- CISNEROS, F. et al. Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 5, p. 925-933, 1996.
- CORTE, O. O.; FELÍCIO, P. E.; CIA, G. **Sistematização da avaliação final de bovinos e bubalinos**. Qualidade de carne. Campinas: ITAL, 1979, p. 66-76. (Boletim Técnico do CTC, n. 3).
- FACCO, E. T. S. Valorização da carcaça suína e suas implicações na cadeia produtiva de suínos. **Porkworld**, Campinas, v. 2, n. 11, p. 32, 2003.
- FÁVERO, J. A. et al.. Predição do índice de valorização de carcaças suínas 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.

FRAGA, A. L. **Restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate**, 2005. 94 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

FRAGA, A.L. et al. Restrição alimentar qualitativa para suínos dos 90 aos 125-130 kg de PV: Características de Carcaça. In: **CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA**, 2., 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: CLAS, 2004. 1 CDROM.

GALASSI, G. et al. Energy and nitrogen balance in heavy pigs fed different fibre sources. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 85, n. 2-3, p. 253-262, 2004.

GUIDONI, A. L. Melhoria dos processos para tipificação de carcaças suínas 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: 12 fev. 2006.

HAMM, R. Functional properties of the miofibrillar system and their measurement. In: BECHTEL, P.J. **Muscle as food**. Orlando: Academic Press, 1986. p.135-199.

HODGSON, R. R. et al. Relationships between pork loin palatability traits and physical characteristics of cooked chops. **Journal of Animal Science**, Champagne, v. 69, n. 12, p. 4858-4865, 1991.

JOO, S. T. et al. Effect of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color, water-holding capacity of pork loin. **Journal of Animal Science**, Champagne, v. 80, n. 1, p. 108-112, 2002.

LATORRE, M. A. et al. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. **Journal of Animal Science**, Champagne, v. 82, n. 1, p. 526-533, 2002.

LEE, C.Y. et al. Effects of restricted feeding, low-energy diet, and implantation of trenbolone acetate plus estradiol on growth, carcass traits, and circulating concentrations of insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-binding protein –3 in finishing barrows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 1, p.84-93. 2002.

LOW, A. G. Secretory responses of the pig gut to non-starch polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 23, n. 1-3, p. 55-65, 1989.

MARTELLI, G. et al. The effects of sugar beet pulp silage (PBPS) added with vinasse in heavy pig production. **Zootecnia e Nutrizione Animale**, Bologna v. 26, p. 219-225, 1999.

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

PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D. E.; KUMMEROW, F. A. Evaluation of tree modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 37, n. 5, p. 1309-1313, 1989.

PIRES, I. S. C. et al. Composição centesimal, perdas de peso e maciez do lombo (Longissimus dorsi) suíno submetido a diferentes tratamentos de congelamento e descongelamento. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 163-172, 2002.

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. **Animal Science**, London, v. 67, n. 1, p. 147-156, 1998.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2005. 141p.

SABARENSE, C. M. **Avaliação do efeito de ácidos graxos trans sobre o perfil de ácidos graxos teciduais de ratos que consumiram diferentes teores de ácidos graxos essenciais**. 2003, 130 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

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

SCIPIONE, R. et al. Elevate quantità di insilati nell'alimentazione del suino pesante: effetti sulle performance di accrescimento e di macellazione. **Rivista di Suinocoltura**, Roma, v. 32, n. 1, p. 71-78, 1991.

SHIMOKOMAKI, M. Princípios da qualidade da carne. In: SIMPÓSIO DE QUALIDADE DA CARNE, 1., 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 2003. 1 CD-ROM.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade oxidante. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 1, jan/fev. 1998.

SOUZA, N. D. et al. Effects of on-farm and pre-slaughter handling of pigs on meat quality. **Australian Journal Agricultural Research**, Collingwood, v. 11, n. 49, p. 1021-1025, 1998.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Meat and meat products**: technology, chemistry and microbiology. 2. ed. London: St. Edmundsbury Press, 1995, 430p.

WARRIS, P. Considerations on methods of assessing pork meat quality. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SUÍNO, 1., 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: CTC, 1995, p. 91-108.

WHITTEMORE, C. Nutritional manipulation of carcass quality in pigs. In: COLE, D.J.A. **Recent development in pig nutrition**, 2.ed. Nottingham: Nottingham University Press, 1993, p. 13-19.

WYATT, G. M. et al. Intestinal microflora and gastrointestinal adaptation in the rat in response to non-digestible dietary polysaccharides. **British Journal of Nutrition**, London, v. 60, n. 2, p. 197-207, 1989.

ZAGURY, F. T. R. Abate de suínos pesados: vale a pena? **Porkworld**, Campinas, v. 1, n. 4, p. 30-34, jan. 2002.

CAPÍTULO 5 – AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE POLPA CÍTRICA NAS DIETAS DE SUÍNOS ABATIDOS COM 130 KG DE PESO

RESUMO – Com o intuito de avaliar economicamente a inclusão da polpa cítrica em programa de restrição alimentar qualitativa, foram utilizados os dados de desempenho de 36 suínos da linhagem Topigs, dos $83,7 \pm 5,1$ kg aos $129,8 \pm 1,9$ kg de peso, alimentados com dietas contendo níveis crescentes (0, 10, 20 e 30%) do ingrediente. Os animais foram abatidos aos 130 kg e dos valores (R\$) das carcaças foram descontados o valor de compra dos animais e o custo com alimentação dos mesmos, de acordo com cada tratamento. Não houve efeito ($P > 0,05$) dos níveis de polpa cítrica sobre o custo da alimentação e receita bruta, porém houve efeito linear negativo ($P < 0,05$) sobre o rendimento líquido com o aumento da participação da polpa cítrica nas dietas. A queda no rendimento líquido foi causada pelo menor peso das carcaças obtidas dos animais alimentados com níveis crescentes de polpa cítrica. Considerando a evolução dos preços do milho, farelo de soja e suíno durante o período de junho de 2005 a maio de 2006, foram determinados 12 diferentes cenários para o rendimento líquido. Em todos os cenários, foram observadas reduções lineares da receita líquida em função da inclusão de polpa cítrica, mostrando que este ingrediente não foi eficiente em promover melhoria no rendimento (R\$) ao produtor.

Palavras-chave: economia, qualidade de carcaça, receita bruta, receita líquida, suínos pesados

CHAPTER 5 - ECONOMICAL EVALUATION OF THE USE OF DIFFERENT LEVELS OF CITRUS PULP IN DIETS FOR PIGS ABATED WITH 130 KG OF WEIGHT

SUMMARY - The inclusion of citrus pulp was economically evaluated in a qualitative feed restriction program using performance data of 36 pigs of Topigs lineage (from 83.7 ± 5.1 kg to 129.8 ± 1.9 kg) fed with crescent levels of the ingredient (0, 10, 20 and 30%). The animals were abated when they reached 130 kg. The value paid for animals and their feeding cost were discounted from the carcass value (R\$), according to each treatment. There was not effect ($P > .05$) of the inclusion of different levels of citrus pulp on feeding cost and gross income. However, there was negative linear effect ($P < .05$) on net income with the increasing participation of the citrus pulp in diets. The decreasing trend in the net income was caused by the reduction on carcasses weight of animals fed with crescent levels of citrus pulp inclusion. Considering the increase on corn, soybean and swine prices from June 2005 to May 2006, it was determined 12 different sceneries for net income analysis. In all situations, linear reductions on net income were observed as a function of citrus pulp inclusion, evidencing that the ingredient was not efficient in promoting profits for producers.

Keywords: carcass quality, economy, gross income, heavy swine, net income

INTRODUÇÃO

Considerando apenas os países que possuem atividade suinícola tecnificada, observa-se variação no peso médio de abate de suínos (FRAGA & THOMAZ, 2005). Na Itália, por exemplo, 80% dos suínos são abatidos aos 9 meses de idade, com peso médio de 160 kg (GALASSI et al., 2004), enquanto no Brasil a média do peso de abate está em torno de 95 kg (ABIPECS, 2006). Verifica-se tendência para aumento do peso de abate no Brasil, por permitir à indústria de abate e processamento o desenvolvimento de novos produtos e a otimização da utilização da linha de abate.

Entretanto, levar os animais até o abate com mais de 100 kg de peso, sem manejo alimentar adequado, pode acarretar em alto consumo de ração, sendo o excedente energético convertido em gordura. A energia é o componente nutricional que mais onera a alimentação dos suínos em terminação devido à participação do milho, o principal ingrediente energético utilizado nas rações para animais nesta fase. Desse modo, o excesso de energia dietética, além de gerar maiores custos com alimentação, pode acarretar em maior acúmulo de gordura na carcaça, representando menor bonificação em frigoríficos que adotam a tipificação eletrônica de carcaça.

Nesse sentido, FRAGA & THOMAZ (2005) afirmaram que o abate mais tardio só levará à maior bonificação quando houver menor deposição de gordura e conseqüentemente, maior deposição de carne magra, o que implica em restringir o consumo energético, seja através do controle de consumo ou da diluição energética da ração.

O uso de ingredientes fibrosos, como os resíduos da indústria alimentar humana, em programas de restrição alimentar qualitativa, pode ser vantajoso para o produtor, desde que estes ingredientes promovam melhora ou, pelo menos não piores a qualidade da carcaça e estejam disponíveis no mercado a baixo custo.

Sendo o Brasil o maior produtor de laranja e acima de 70% desta produção ser destinada para a extração de suco (ABECitrus, 2006), há grande disponibilidade de resíduos, como a polpa cítrica, que podem ser utilizados na alimentação animal.

Embora já seja utilizada na alimentação de ruminantes, a inclusão de polpa cítrica em dietas para suínos ainda é pouco estudada.

Considerando sua composição em fibras e a tendência à redução do consumo quando incluída em certas concentrações na dieta (DOMÍNGUEZ, 1995), a polpa cítrica pode proporcionar restrição alimentar qualitativa para suínos.

O objetivo deste trabalho foi analisar economicamente a inclusão de níveis de polpa cítrica em programas de restrição alimentar qualitativa para suínos abatidos com 130 kg.

MATERIAL E MÉTODOS

A análise econômica da inclusão de diferentes níveis de polpa cítrica na dieta de suínos submetidos a restrição alimentar qualitativa, baseou-se nos dados do ensaio de desempenho (Capítulo 3), conduzido no período de março a maio de 2006, nas instalações experimentais do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal.

Para calcular o custo com cada dieta experimental, foram utilizados como base, os preços dos ingredientes praticados em Jaboticabal em maio de 2006, quando houve maior número de abates dos animais do experimento. O custo com alimentação foi determinado a partir do consumo total de ração de cada animal durante o período experimental e do custo de cada dieta.

Para os cálculos foram utilizados os valores de espessura de toucinho (ET), profundidade de lombo (PL) e peso da carcaça quente (PCQ) para determinar a porcentagem de carne magra na carcaça (%CM), conforme apresentado no Capítulo 4 e reapresentados na Tabela 1.

Foi determinado o valor final, em reais, recebido pelos suínos (R\$ suíno 130 kg), dentro do sistema de tipificação, com base no índice de bonificação (IB), PCQ e preço do suíno vivo em maio de 2006, conforme fórmula descrita por FÁVERO et al. (1997) e indicada a seguir:

Tabela 1. Valores médios e coeficientes de variação (CV) da espessura de toucinho (ET), profundidade de lombo (PL), peso de carcaça quente (PCQ), porcentagem de carne magra (%CM) e índice de bonificação (IB).

Característica	Polpa cítrica, %				CV, %	Regressão	P
	0	10	20	30			
ET, mm	15,9	15,9	14,9	16,2	14,77	-	>0,1
PL, mm	77,4	78,9	72,2	68,9	8,61	Linear	0,0029
PCQ, kg	99,2	97,3	95,0	93,6	1,31	Linear	<0,0001
%CM	59,8	59,9	60,0	58,8	2,90	-	>0,1
IB	116,0	116,1	116,0	114,4	2,90	-	>0,1

$$\text{R\$ suíno 130 kg} = [\text{IB} \times (\text{preço do quilograma do suíno vivo} / 0,7145)] \times \text{PCQ}$$

Através do peso inicial de $83,7 \pm 5,1$ kg e do preço do quilograma do suíno vivo em março de 2006, foi obtido o valor inicial, em reais (R\$ suíno 83 kg), dos animais no início do ensaio. Com os valores inicial e final obtidos com os animais e com o custo de alimentação, foram calculadas as receitas bruta e líquida, referentes ao mês de maio de 2006, em reais (R\$), conforme as seguintes fórmulas:

$$\text{Receita bruta} = \text{R\$ suíno 130 kg} - \text{R\$ suíno 83 kg}$$

$$\text{Receita líquida} = \text{Receita bruta} - \text{custo com alimentação}$$

Ainda foram realizadas simulações de receitas líquidas, considerando os preços mensais do quilograma do suíno, milho e farelo de soja ao longo do período de junho de 2005 a maio de 2006 (Tabela 2), fixando os preços dos demais ingredientes das dietas (Tabela 3), obtendo-se valores de receita líquida para cada mês, dentro do período citado.

Tabela 2. Valores (R\$/kg) de milho, farelo de soja e suíno, ao longo do período de junho/05 a maio/06.

Mês / ano	Milho	Farelo de soja	Suíno
Junho / 2005	0,31	0,54	2,13
Julho / 2005	0,31	0,54	2,33
Agosto / 2005	0,30	0,53	2,42
Setembro / 2005	0,30	0,52	2,54
Outubro / 2005	0,29	0,49	2,57
Novembro / 2005	0,27	0,49	2,38
Dezembro / 2005	0,27	0,52	2,32
Janeiro / 2006	0,27	0,53	1,79
Fevereiro / 2006	0,27	0,48	1,96
Março / 2006	0,23	0,41	1,67
Abril / 2006	0,23	0,39	1,63
Maio / 2006	0,24	0,43	1,51

Tabela 3. Valores (R\$/kg) dos demais ingredientes das dietas experimentais

	Polpa cítrica	Calcário calcítico	Fosfato bicálcico	Sal comum	Suplemento vit+min
R\$ / kg	0,20	0,13	1,30	0,25	4,90

Delineamento experimental e análises estatísticas

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, para controlar diferenças iniciais de peso, com 4 tratamentos e 9 repetições, sendo a unidade experimental constituída por um animal.

Os dados de custo com alimentação, receita bruta e receita líquida referentes ao mês de maio de 2006 e os dados de receita líquida de cada mês, no período de junho de 2005 a maio de 2006, após serem analisados quanto à homogeneidade de variâncias (teste de Levene a 5%) entre os tratamentos, foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o pacote PROC GLM do programa estatístico SAS (1998), de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + b_1NR_i + b_2NR_i^2 + Bl_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : valor observado para o nível de polpa cítrica i , no bloco j ;

μ : constante geral;

b_1 : coeficiente de regressão linear dos níveis de polpa cítrica;

NR_i : níveis de polpa cítrica i ($i = 0, 10, 20$ e 30%);

b_2 : coeficiente de regressão quadrática dos níveis de polpa cítrica;

B_{lj} : efeito do bloco j ($j = 1, \dots, 9$);

e_{ij} : erro associado ao valor observado para o nível de polpa cítrica i , no bloco j .

Para as características avaliadas, o peso final foi utilizado como co-variável no modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 encontram-se os dados referentes aos custo da ração, custo de alimentação, receita bruta e receita líquida, em função dos níveis de inclusão da polpa cítrica, referentes ao mês de maio de 2006.

A inclusão de polpa cítrica nas dietas não reduziu a ET, e desse modo não melhorou a qualidade das carcaças de suínos abatidos aos 130 kg. Foi observada redução linear ($P < 0,05$) na PL e no PCQ com o aumento do nível de polpa cítrica, porém tal decréscimo não foi suficiente para afetar a %CM e o IB, conforme mostrados na Tabela 1.

Tabela 4. Valores médios e coeficientes de variação (CV) do custo de alimentação e das receitas brutas e líquidas obtidas por suíno, dos 83 aos 130 kg, em função dos níveis de polpa cítrica.

Valores, R\$	Polpa cítrica, %				CV, %	Regressão	P
	0	10	20	30			
Custo do kg da ração	0,291	0,288	0,286	0,283	-	-	-
Custo da alimentação	46,73	45,72	44,90	48,34	16,41	-	0,79
Receita bruta	101,13	98,61	92,42	88,26	12,67	-	0,12
Receita líquida	54,40	52,89	47,52	39,92	16,58	Linear	0,0025

Não foi observado efeito da inclusão de polpa cítrica sobre o custo da alimentação ($P=0,79$), embora tenha proporcionado um aumento numérico com a inclusão de 30%.

Embora tenha sido observado que a receita bruta e o custo da alimentação, quando considerados individualmente, não variaram em função dos níveis de polpa cítrica, quando calculada a receita líquida, a partir da subtração do primeiro pelo segundo, observou-se redução linear (Figura 1) dessa variável econômica em função do nível do ingrediente ($P=0,0025$).

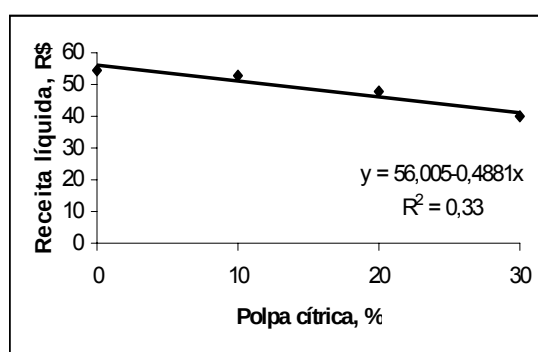


Figura 1. Receita líquida referente ao mês de maio de 2006, em função do nível de polpa cítrica.

Devido ao aumento do peso dos órgãos do sistema digestório quando fornecida a polpa cítrica na dieta, foi observada redução no peso das carcaças, ocasionando a redução do PCQ, sendo este o principal responsável pelas quedas nas receitas bruta e líquida.

FRAGA (2005) ao avaliar o efeito de níveis de restrição alimentar qualitativa através da inclusão de casca de arroz, encontrou aumento da receita bruta ($P<0,05$) em função dos níveis de restrição alimentar devido à melhora do índice de bonificação. Entretanto, como a receita líquida não apenas depende do valor da venda do suíno como do valor dos ingredientes das dietas, este mesmo autor não observou maior receita com maiores níveis de restrição alimentar. Assim, os custos dos ingredientes a serem utilizados podem ser limitantes para a adoção da restrição alimentar qualitativa.

Na Tabela 5 encontram-se os dados referentes às receitas líquidas em função dos níveis de polpa cítrica, no período de junho de 2005 a maio de 2006.

Ao longo dos 12 cenários mensais analisados (Tabela 5), foram observadas reduções lineares da receita líquida ($P < 0,05$), em função da inclusão de polpa cítrica, independente das cotações do milho, farelo de soja e suíno, observadas ao longo do ano. De acordo com FRAGA (2005), o preço do quilograma do milho é o fator mais relacionado com a lucratividade da restrição alimentar qualitativa, sendo maior a viabilidade econômica quanto maior a diferença entre o preço do milho e do ingrediente alternativo. No presente experimento, a maior diferença observada entre os preços do milho e da polpa cítrica foi de R\$0,11, valor insuficiente para equilibrar o custo da alimentação.

Tabela 5. Receitas líquidas de suínos, dos 83,7±5,1 aos 129,8±1,9 kg de peso, sob diferentes cenários de preços de milho, farelo de soja e suíno^a.

Mês / ano	Polpa cítrica, %				Valor de P Efeito linear
	0	10	20	30	
Junho / 2005	74,53±4,16	73,26±4,50	66,53±2,80	57,73±4,23	0,0025
Julho / 2005	143,84±4,13	142,23±3,88	134,79±2,90	124,40±4,21	0,0004
Agosto / 2005	150,55±4,39	148,59±4,29	140,61±3,03	129,91±4,29	0,0004
Setembro / 2005	153,29±4,76	151,13±4,86	142,63±3,22	131,73±4,46	0,0006
Outubro / 2005	152,15±4,93	149,83±5,17	141,09±3,29	130,24±4,99	0,0007
Novembro / 2005	114,98±4,83	112,51±5,84	104,04±3,16	93,98±4,35	0,0009
Dezembro / 2005	101,52±4,73	99,17±5,25	90,95±3,09	81,09±4,35	0,0011
Janeiro / 2006	32,37±3,57	30,88±4,08	24,74±2,44	16,91±3,78	0,0025
Fevereiro / 2006	66,93±3,97	65,10±4,39	58,27±2,62	49,74±3,89	0,0013
Março / 2006	71,49±3,17	69,55±3,27	63,38±2,13	55,22±3,29	0,0002
Abril / 2006	51,42±3,29	49,54±3,60	43,50±2,17	35,86±3,32	0,0006
Maio / 2006	54,40±2,77	52,89±2,76	47,51±1,94	39,92±3,15	0,0002

^a média±erro padrão da média

A polpa cítrica em programas de restrição alimentar qualitativa não foi eficiente em promover a melhora na qualidade das carcaças, inclusive reduzindo o peso das mesmas, não resultando em melhores índices de bonificação. Soma-se ainda o fato de que este ingrediente apresentou um custo relativamente alto no momento de aquisição, fator agravado com o aumento do número de dias necessários para os animais atingirem 130 kg, quando a inclusão foi de 30%.

FRAGA (2005) ponderou que, em programas de restrição alimentar qualitativa, quanto maior a relação entre os preços do milho e do ingrediente alternativo, maior a viabilidade econômica para levar os animais ao abate mais tardio, ressaltando ainda a importância em utilizar resíduos da indústria alimentícia de baixo valor comercial.

CONCLUSÕES

Em função do preço da polpa cítrica e da diminuição da receita líquida com o aumento dos níveis deste ingrediente, a sua utilização em programas de restrição alimentar qualitativa não se justificou.

REFERÊNCIAS

- ABECitrus. Associação Brasileira de Exportadores de Cítricos. **Subprodutos da laranja**. Disponível em: <www.abecitrus.com.br/subprodutos_br.html#oessenciais>. Acesso em: 18 out. 2006.
- ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. Disponível em: <http://www.abipecs.com.br>. Acesso em: 5 Out. 2006.
- DOMÍNGUEZ, P.L. Pulpa de cítricos en la alimentación de cerdos. **Revista Computadorizada de Producción Porcina**, Havana, v.2, n.2, 1995.
- FÁVERO, J. A. et al.. Predição do índice de valorização de carcaças suínas 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.
- FRAGA, A. L. **Restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate**, 2005. 94 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.
- FRAGA, A.L.; THOMAZ, M.C. Aspectos do peso de abate de suínos. **Suinocultura Industrial**, São Paulo, v. 192, n. 9, p. 40-49, 2005.
- GALASSI, G. et al. Energy and nitrogen balance in heavy pigs fed different fibre sources. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 85, n. 2-3, p. 253-262, 2004.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistic** – Cary: SAS Institute, 1998.

CAPÍTULO 6. IMPLICAÇÕES

Com a tendência para o aumento do peso de abate de suínos, os produtores estão adotando programas de restrição alimentar quantitativa que muitas vezes se mostram pouco eficientes pela dificuldade de adoção desse sistema, agravado pelo desconforto aos animais, o que leva a comportamentos agressivos e lesões nas carcaças.

Sendo um programa viável e de fácil aplicação, a restrição alimentar qualitativa pode ser uma alternativa para reduzir a ingestão calórica pelos suínos por meio da inclusão de ingredientes fibrosos. No presente trabalho, a adição de polpa cítrica nas dietas não se mostrou eficiente em diminuir o consumo energético, de forma que não houve redução na deposição de gordura na carcaça, assim não foram observados melhores índices de bonificação.

Por outro lado, a inclusão de polpa cítrica não repercutiu em efeitos negativos na qualidade da carne, podendo assim ser utilizada na alimentação de suínos. De acordo com os resultados obtidos, a polpa cítrica apresentou 2496 kcal de energia digestível/kg, sendo, de acordo com os dados de desempenho e características de carcaça, o nível de inclusão recomendada entre 8 e 10% nas dietas para suínos em terminação.

Novas avaliações de ingredientes alternativos em programas de restrição alimentar qualitativa serão importantes, pois possibilitarão a utilização de produtos de disponibilidade regional, aumentando assim as possibilidades ao produtor não somente quanto a diminuição do custo da ração, mas também em produzir suínos com maiores peso e rentabilidade.