

# Determinação do valor nutricional da polpa cítrica para suínos em crescimento

Determination of the nutritional value of citrus pulp for growing pigs

Alessandro Borges Amorim<sup>[a]</sup>\*, Maria Cristina Thomaz<sup>[b]</sup>, Fabrício Faleiros Castro<sup>[c]</sup>, Juliana Freitas Martinez<sup>[d]</sup>, Urbano dos Santos Ruiz<sup>[e]</sup>, Leonardo Augusto Fonseca Pascoal<sup>[f]</sup>, Pedro Henrique Watanabe<sup>[g]</sup>, Rizal Alcides Robles Huaynate<sup>[h]</sup>

<sup>[a]</sup> Zootecnista, Doutor em Zootecnia, professor do Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Curso de Zootecnia (UFMT), Rondonópolis, MT - Brasil.

<sup>[b]</sup> Zootecnista, professora do Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (Unesp), Jaboticabal, SP - Brasil.

<sup>[c]</sup> Zootecnista, aluno de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (Unesp), Jaboticabal, SP - Brasil.

<sup>[d]</sup> Zootecnista, Mestre em Zootecnia pela Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (USP), Pirassununga, SP - Brasil.

<sup>[e]</sup> Engenheiro agrônomo, Doutor em Zootecnia, professor do Câmpus Experimental de Dracena (Unesp), Dracena, SP - Brasil.

<sup>[f]</sup> Zootecnista, Doutor em Zootecnia, professor adjunto do Departamento de Agropecuária, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Bananeiras, PB - Brasil.

<sup>[g]</sup> Zootecnista, Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Jaboticabal, SP - Brasil.

<sup>[h]</sup> Zootecnista, Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), Jaboticabal, SP - Brasil.

\*Autor para correspondência: alessandrozoo@gmail.com

## Resumo

Foram utilizados 16 suínos machos castrados, de linhagem comercial, com  $30,42 \pm 2,44$  kg de peso, os quais foram alojados em gaiolas de estudos metabólicos, com o objetivo de determinar o valor nutricional da polpa cítrica para suínos em crescimento. Utilizou-se o método da coleta total de fezes e os animais foram distribuídos entre as dietas referência e teste, a qual foi composta por 70% da dieta referência e 30% de polpa cítrica. A polpa cítrica apresentou 1.677 kcal de EM/kg e baixo teor de proteína digestível (1,28%). Os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido digestíveis foram 7,46 e 3,49%, respectivamente. Para o amido, principal fonte de energia para os suínos, o nível observado foi de 4,29% e alta digestibilidade (98,90%). Apesar de apresentar razoável teor de cálcio em sua composição (1,42%), verificou-se que apenas 0,42% foi disponível para o animal. Quanto ao fósforo, o nível observado foi de 0,40% e o disponível de 0,21%. Conclui-se que a polpa cítrica apresentou digestibilidade aparente da proteína e das energias digestível e metabolizável inferiores à ração de



referência. Entretanto, pode ser utilizada nas rações de suínos, uma vez que não apresenta quaisquer características nutricionais indesejáveis que impeçam seu uso.

**Palavras-chave:** Alimentos alternativos. Digestibilidade. Energia metabolizável. Fibra. Nutrientes. Suínos.

### Abstract

*This study used 16 barrows with  $30.42 \pm 2.44$  kg, which were housed in cages for metabolic studies in order to determine the nutritional value of citrus pulp in growing pigs. It was used the method of total collection of feces and the animals were distributed between control and test diet, which was composed by 70% of control diet and 30% citrus pulp. The citrus pulp had 1677 kcal ME/kg and low content of digestible protein (1.28%). The contents of neutral detergent fiber and acid detergent fiber digestibles were 7.46% and 3.49%, respectively. The level observed for starch, the main energy source for pigs, was 4.29%, but with high digestibility rate (98.90%). In spite of the reasonable amount of calcium in its composition (1.42%), only 0.42% was available for the animal. The level of phosphorus observed was 0.40%, where 0.21% was available. It was concluded that the citrus pulp presented lower levels of protein digestibility and digestible and metabolizable energy than the reference feed. However, it is possible to use in swine diets, since it does not exhibit any undesired nutritional characteristics that avoid their use.*

**Keywords:** Alternative ingredients. Digestible. Fiber. Metabolizable energy. Nutrients.

### Introdução

Pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de substituir ingredientes nobres, como milho e farelo de soja nas rações de suínos, por ingredientes alternativos que apresentem menor preço, mas que não afetem os parâmetros zootécnicos (MEJÍA et al., 2001; WATANABE, 2007). Diante dos valores nutricionais, que muitas vezes não são conhecidos, e da não padronização e/ou fiscalização desses ingredientes, faz-se necessário conhecer seus coeficientes de digestibilidade, buscando potencializá-los na nutrição de suínos.

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

A utilização de subprodutos na alimentação dos suínos vem sendo muito estudada, visando a substituição total ou parcial dos ingredientes normalmente utilizados nas dietas, como o milho, principal ingrediente energético da dieta de suínos, e farelo de soja. Neste contexto, o Brasil se destaca por ser um dos maiores produtores de citros

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

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

O objetivo deste trabalho foi determinar a digestibilidade da matéria seca, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, amido, proteína e as energias digestível e metabolizável, assim como a disponibilidade de cálcio e fósforo da polpa cítrica e seu possível uso na alimentação de suínos na fase de crescimento, em substituição ao milho.

## Materiais e métodos

Foram utilizados 16 suínos machos castrados, de linhagem comercial, com média de  $30,42 \pm 2,44$ kg de peso inicial e idade média de 80 dias, oriundos de granja comercial. Os animais foram alojados em 16 gaiolas de estudos metabólicos (Figura 1), semelhantes às descritas por Pekas (1968) em ambiente semicontrolado.

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



**Figura 1** - Gaiolas de estudo metabólico.

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao início do ensaio, os animais foram pesados e distribuídos entre duas dietas, sendo: referência, formulada para atender às exigências indicadas por Rostagno et al. (2005), considerando a concentração energética de 3.400 kcal energia digestível/kg de ração, para suínos machos castrados de alto potencial genético (Tabela 1); e a dieta teste, composta por 70% da dieta referência e 30% de polpa cítrica.

O cálculo da quantidade de ração fornecida para cada animal foi o produto do menor coeficiente de consumo pelo peso metabólico ( $\text{kg}^{0,75}$ ) de cada animal. O coeficiente de consumo foi o quociente entre a quantidade média de ração consumida por animal no período de adaptação e o peso metabólico do animal. As rações foram umedecidas manualmente, na proporção de 1:1, ou seja, um quilograma de ração para um litro de água, antes de cada refeição

**Tabela 1** - Composições centesimal e nutricional da dieta referência

Ingredientes, %	Dieta referência
Milho	68,551
Farelo de soja	27,087
Fosfato bicálcico	1,602
Calcário calcítico	0,578
Sal comum	0,405
Óleo de soja	0,937
L-Lisina. HCl (78,4 %)	0,364
DL-Metionina (99,0 %)	0,130
L-Treonina (98,0 %)	0,123
L-Triptofano (99,0 %)	0,008
B H T	0,015
Suplemento vitamínico+mineral <sup>(1)</sup>	0,200
<b>Total</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição calculada <sup>(*)</sup></b>	
Energia digestível, kcal/kg	3,404
Proteína bruta, %	18,61
Fibra em detergente neutro, %	11,81
Fibra em detergente ácido, %	4,64
Lisina digestível, %	1,10
Metionina + cistina digestível, %	0,66
Treonina digestível, %	0,72
Triptofano digestível, %	0,19
Cálcio, %	0,70
Fósforo disponível, %	0,40

Legenda:<sup>1</sup>= Suplemento vitamínico e mineral - Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A - 25000 UI, Vit. D3 - 5000 UI, Biotina - 5 mg, Niacina - 10 mg, Pantotenato de cálcio - 30 mg, Vit. B12 - 70 mcg, Vit. B2 - 18 mg, Vit. E - 75 mg, Vit. K3 - 1 mg, Ferro - 40 mg, Cobre - 35 mg, Manganês - 20 mg, Zinco - 40 mg, Cobalto - 0,36 mg, Iodo - 0,84 mg, Selênio - 0,12 mg.

Nota: \* Valores nutricionais dos ingredientes propostos por Rostagno et al. (2005).

Fonte: Dados da pesquisa.

com o objetivo de diminuir a pulverulência, o desperdício e facilitar o consumo. As rações foram pesadas antes de serem fornecidas. Após cada refeição, foi fornecida água à vontade aos animais.

Utilizou-se 1% de óxido férrico como marcador fecal para determinar o início e o fim do período de coleta. As fezes foram coletadas e pesadas uma vez ao dia, sendo posteriormente congeladas. A urina foi coletada diariamente em baldes de plástico, filtrada, e o volume produzido mensurado, sendo uma alíquota de 20% mantida congelada. Em cada recipiente utilizado para coleta de urina foi adicionado 20 mL de solução 1:1 de ácido clorídrico (6N) e

água destilada, para evitar proliferação microbiana e volatilização de nitrogênio.

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

mesmos procedimentos descritos para as amostras de fezes.

As amostras processadas de fezes, ração e polpa cítrica foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), cálcio (Ca) e fósforo (P), de acordo com Silva e Queiroz (2002), sendo a fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido pelo método sequencial e energia bruta (EB) em bomba calorimétrica do tipo Parr. Nas amostras de urina foram determinadas as densidades e, posteriormente, foram efetuadas as análises de energia bruta em bomba calorimétrica do tipo Parr, utilizando-se o resíduo remanescente da secagem em placa de Petri. O amido total foi determinado segundo a metodologia de extração de Hendrix (1993), e para a leitura colorimétrica utilizou-se o ácido dinitrosalísílico (MILLER, 1959).

Dessa maneira, foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, energia bruta, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, amido, os coeficientes de disponibilidade de cálcio e fósforo, assim como os respectivos nutrientes digestíveis, cálcio e fósforo

disponíveis e energias digestíveis das rações referência, teste e da polpa cítrica. Também foi calculado o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta e, conseqüentemente, obtida a energia metabolizável. Estes cálculos foram realizados de acordo com Adeola (2001).

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

## Resultados

Comparando os coeficientes de digestibilidade das duas rações (Tabela 2), observou-se que a presença da polpa cítrica na ração teste, reduziu ( $P < 0,05$ ) os coeficientes de digestibilidade e disponibilidade, exceto para MM, FDA e cálcio, os quais não tiveram diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre as duas dietas.

**Tabela 2** - Coeficientes de digestibilidade ou de disponibilidade (CD), coeficiente de metabolizabilidade e valores de proteína digestível, energia digestível e energia metabolizável e desvio padrão das rações referência e teste

CD, %	Ração Referência	Ração Teste	CV,%	P
Matéria seca	90,08 ± 1,2 <sup>a</sup>	85,73 ± 2,1 <sup>b</sup>	1,89	0,0001
Matéria mineral	60,48 ± 3,6	59,05 ± 4,1	6,50	0,4726
Fibra em detergente neutro	68,52 ± 6,2 <sup>a</sup>	53,76 ± 10,9 <sup>b</sup>	13,45	0,0003
Fibra em detergente ácido	60,61 ± 10,0	53,80 ± 9,3	16,91	0,1806
Amido	99,92 ± 0,1 <sup>a</sup>	99,62 ± 0,1 <sup>b</sup>	0,09	0,0001
Proteína bruta	89,05 ± 1,4 <sup>a</sup>	77,86 ± 4,2 <sup>b</sup>	3,74	0,0001
Energia bruta	88,36 ± 1,6 <sup>a</sup>	82,56 ± 2,6 <sup>b</sup>	2,55	0,0001
CMEB	86,10 ± 2,4 <sup>a</sup>	79,85 ± 2,5 <sup>b</sup>	2,65	0,0001
Cálcio	51,49 ± 8,9	47,38 ± 6,1	15,43	0,2989
Fósforo	74,21 ± 4,8 <sup>a</sup>	67,60 ± 5,2 <sup>b</sup>	7,06	0,0195
Proteína digestível, %	16,70	12,20	-	-
Energia digestível, kcal/kg	3504	3195	-	-
Energia metabolizável, kcal/kg	3415	3090	-	-

Legenda: CV = Coeficientes de variação; CMEB = coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta.

Nota: Letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (95%).

Fonte: Dados da pesquisa.

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

A polpa cítrica apresentou relativamente níveis elevados dos nutrientes (Tabela 3), entretanto os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta (18,60%), fibra em detergente neutro (32,30%), fibra em detergente ácido (18,92%) e cálcio (29,53%), foram relativamente baixos. Para animais monogástricos, a principal fonte de energia é o amido e a polpa cítrica apresentou baixo nível desse nutriente (4,29%), porém alto coeficiente de digestibilidade (98,90%).

Apesar de apresentar razoável teor de cálcio em sua composição (1,42%), verificou-se que apenas 0,42% foi disponível para o animal. Quanto ao fósforo, o nível observado foi de 0,40% e o disponível de 0,21%.

## Discussão

A polpa cítrica apresenta um perfil de carboidratos diferente dos ingredientes normalmente utilizados na alimentação de suínos, pois tem como principal nutriente a fibra. Em suínos, a fibra dietética é definida como a fração do alimento que não pode

ser digerida por enzimas digestivas dos não ruminantes (JENSEN et al., 1998; MEDEIROS; SANTIAGO, 1988), sendo pouco digeridos no intestino delgado dos suínos.

A principal quebra da fibra é pela fermentação microbiana, que acontece principalmente no ceco, o que pode influenciar negativamente a digestibilidade dos outros nutrientes (GOMES et al., 2006). Animais jovens são mais sensíveis à utilização de altos níveis de fibra, graças ao menor desenvolvimento do trato gastrointestinal e menor área para a disseminação da população microbiana, o que resulta em menor aproveitamento do alimento fibroso (GOMES et al., 2006).

A polpa cítrica pode ser utilizada na alimentação de suínos, porém deve ser observada a categoria animal a ser fornecido esse subproduto, pois pode apresentar variações na sua composição química e nutricional. Alguns estudos confirmaram os efeitos de elevados níveis de fibra solúvel sobre a diminuição do tempo de trânsito e a alta fermentabilidade no ceco de suínos nas fases de crescimento e terminação (EGGUM, 1995; WENK, 2001). Animais adultos possuem o sistema digestório mais desenvolvido, o que favorece a maior disponibilidade dos nutrientes (DIERICK et al., 1989; CASTON et al., 1993).

Watanabe (2007), trabalhando com animais na fase de terminação ( $80,5 \pm 4,7$  kg), observou coeficiente de digestibilidade de 61,36 e 66,25% para

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

Nutrientes e energias	Composição química	CD/ CM, %	Nutrientes e energias digestível, disponível e metabolizável
MS/MSD, %	90,85	75,30	68,41
MM/MMD, %	7,36	55,70	4,10
FDN/FDND, %	23,09	32,30	7,46
FDA/FDAD, %	18,47	18,92	3,49
Amido/Amido dig., %	4,29	98,90	4,24
PB/PD, %	6,86	18,60	1,28
EB/ED, kcal/kg	3,724	69,01	2570
EM, kcal/kg	-	65,25	1677
Cálcio/Cálcio disponível, %	1,42	29,53	0,42
Fósforo/Fósforo disponível, %	0,40	52,18	0,21

Legenda: MS/MSD = Matéria seca/ Matéria seca digestível; MM/MMD = Matéria mineral/Matéria mineral digestível; FDN/FDND = Fibra em detergente neutro/ Fibra em detergente neutro digestível; FDA/FDAD = Fibra em detergente ácido/ Fibra em detergente ácido digestível; PB/PD = Proteína bruta/Proteína digestível; EB/ED = Energia bruta/Energia digestível; EM = Energia Metabolizável.

Fonte: Dados da pesquisa.

fibra em detergente neutro e 42,53 e 50,77% para fibra em detergente ácido, para as rações referência e teste, respectivamente, e concluiu que essas diferenças podem ser em decorrência da idade dos animais. O que pode justificar uma menor digestibilidade da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido encontrados no presente estudo (32,30 e 18,92%, respectivamente), pois os animais ainda encontravam-se na fase de crescimento e o seu trato gastrointestinal, conseqüentemente, ainda estava em desenvolvimento.

Freire et al. (2003) observaram que os suínos podem se adaptar às quantidades de fibra fornecida. Quando aumentaram os níveis de fibra em detergente ácido nas dietas de leitões aumentou também a capacidade de os animais as digerirem. Quando foram comparados animais em crescimento com porcas, verificou-se que porcas apresentaram melhor digestibilidade de alimentos fibrosos (FERNANDEZ; JORGENSEN; JUST, 1986; GOMES et al., 2006), comprovando os dados encontrados no presente estudo, pois animais em crescimento ainda têm uma limitada capacidade de digerir frações fibrosas.

A polpa cítrica apresentou baixo coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (18,60%), resultado diferente do que foi observado por Rostagno et al. (2005), que observaram um coeficiente de digestibilidade para a proteína bruta da polpa cítrica de 55%, porém com pequenas concentrações de proteína bruta. Os resultados encontrados na literatura são variados e dependem do tipo e dos níveis de fibras em cada ingrediente. Sauer et al. (1991) observaram que diferentes níveis de fibra na alimentação de suínos reduziram as digestibilidades da matéria seca, proteína bruta e energia, e concluíram que essa diminuição foi causada pelo aumento da síntese de proteína bacteriana no intestino grosso.

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

Schulze et al. (1994) trabalharam com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na dieta de suínos na fase de crescimento e concluíram que 20%

dessa fração foi degradada antes do íleo e o restante foi passível de fermentação após este segmento do intestino, cujos produtos são os ácidos graxos de cadeias curta (AGCC), principalmente propionato, butirato e acetato (JENSEN et al., 1998; FREIRE et al., 2003). A contribuição calórica dos AGCC é estimada em 5 a 30% das exigências de manutenção dos suínos (VAREL; YEN, 1997; NRC, 1998). Ferreira et al. (2005) e Rostagno et al. (2005) observaram valores de 2.904 e 2.863 kcal EM/kg da polpa cítrica, respectivamente, enquanto no presente trabalho, o valor encontrado foi menor (1.677 kcal EM/kg).

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

Os níveis de cinzas foram relativamente altos, uma vez que a polpa cítrica passa pelo processo de secagem utilizando-se hidróxido de cálcio, o que pode provocar desbalanço entre cálcio e fósforo. O teor de cálcio total observado foi de 1,42%, mas como este ingrediente é um subproduto da indústria e não há padronização das quantidades de hidróxido utilizadas, sua disponibilidade para o animal pode ser baixa, o que foi observado no presente trabalho (0,42%). A polpa cítrica apresentou baixa quantidade de fósforo total (0,40%) e de fósforo disponível (0,21%). Esse resultado pode ser graças à complexação do fósforo aos componentes fibrosos ou ao ácido fítico. Eggum (1995) observou redução na disponibilidade dos minerais, quando adicionou fibra na dieta e Dintzis et al. (1995) justificaram que essa redução pode ser por causa da absorção de água apresentada pela fibra. Domínguez (1995) observou que a pectina, por ser de natureza hidrofóbica, pode adsorver o cálcio, não o disponibilizando para o animal.

## Conclusões

A polpa cítrica apresentou digestibilidade aparente da proteína e das energias digestível e metabolizável inferiores à ração referência. Entretanto a

polpa cítrica pode ser utilizada nas rações de suínos, uma vez que não apresenta quaisquer características nutricionais indesejáveis que impeçam seu uso.

## Agradecimentos

Ao CNPq pelo financiamento do projeto.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EXPORTADORES DE CÍTRICOS – ABECitrus. **A história da laranja e farelo de polpa cítrica (“Pellets”)**. Disponível em: <www.abecitrus.com.br>. Acesso em: 27 jan. 2009.
- ADEOLA, O. Digestion and balance techniques in pigs. In: LEWIS, A. J.; SOUTHERN, L. L. **Swine Nutrition**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 903-916.
- CASTON, M. J. P. et al. Componentes de la fibra dietética y sus efectos fisiológicos. **Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v. 33, n. 3, p. 229-246, 1993.
- CASTRO Jr., F. G. et al. Fibra na alimentação de suínos. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 3, p. 265-280, 2005.
- 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**, v. 23, n. 1-3, p. 141-167, 1989. doi:10.1016/0377-8401(89)90095-3.
- DINTZIS, F. R. et al. Free and total ion concentrations in pig digesta. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 4, p. 1138-1146, 1995. PMID:7628958.
- DOMÍNGUEZ, P. L. Pulpa de cítricos en la alimentación de cerdos. **Revista Computadorizada de Producción Porcina**, v. 2, n. 2, p. 1-14, 1995.
- EGGUM, B. O. The influence of dietary fibre on protein digestion and utilization in monogastrics. **Archiv für Tierernährung**, v. 48, n. 1-2, p. 89-95, 1995. PMID:8526735.
- FERNANDEZ, J. A.; JORGENSEN, H.; JUST, A. Comparative digestibility experiments with growing pigs and adult sows. **Animal Production**, v. 43, n. 1, p. 127-132, 1986. doi:10.1017/S0003356100018419.
- FERREIRA, W. M. et al. Energia digestível, metabolizável e balanço de nitrogênio da polpa cítrica seca para suínos em terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 13., 2005, Fortaleza. **Anais... Fortaleza: ABREVES**, 2005. p. 390-391.
- FRANZOLIN, R. et al. Efeitos de dietas com polpa cítrica em substituição ao milho em grão no concentrado sobre a degradabilidade e a fauna ruminal em bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2109-2118, 2000.
- FREIRE, J. P. B. et al. The effect of genotype and dietary fibre level on the caecal bacterial enzyme activity of young piglets: digestive consequences. **Animal Feed Science and Technology**, v. 106, n. 1-4, p. 119-130, 2003. doi:10.1016/S0377-8401(03)00003-8.
- GOMES, J. D. F. et al. Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro na dieta de suínos sobre a morfologia dos órgãos digestivos e não digestivos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 2, p. 202-209, 2006.
- HENDRIX, D. L. Rapid extraction and analysis of non-structural carbohydrates in plant tissues. **Crop Science Society of America**, v. 33, n. 6, p. 1306-1311, 1993. doi:10.2135/cropsci1993.0011183X003300060037x.
- JENSEN, M. S. et al. Effect of  $\beta$ -glucanase supplementation on pancreatic enzyme activity and nutrient digestibility in piglets fed diets based on hulled and hullless barley varieties. **Animal Feed Science and Technology**, v. 72, n. 3-4, p. 329-345, 1998. doi:10.1016/S0377-8401(97)00187-9.
- KNUDSEN, B. K. E.; HANSEN, I. Gastrointestinal implications in pigs of wheat and oat fractions. 1. Digestibility and bulking properties of polysaccharides and other major constituents. **The British Journal of Nutrition**, v. 65, n. 2, p. 217-232, 1991. PMID:1645992.
- LIBAO-MERCADO, A. J. Efficiency of utilizing ileal digestible lysine and threonine for whole body protein deposition in growing pigs is reduced when dietary casein is replaced by wheat shorts. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 6, p. 1362-1374, 2006. PMID:16699093.
- MEDEIROS, S. L. S.; SANTIAGO, G. S.; VELOSO, J. A. F. **Fibra: composição química e seu efeito na nutrição de suínos**. Belo Horizonte: Escola Veterinária UFMG, 1988. p. 15-22. (Caderno Técnico, 26).
- MEJÍA, G. A. et al. Efeito da inclusão de polpa cítrica seca na dieta sobre desempenho de suínos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais... Piracicaba: SBZ**, 2001. p. 812-814.



- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959. doi:10.1021/ac60147a030.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirement of Swine**. 10. ed. Washington: National Academic of Sciences, 1998. 190 p.
- PEKAS, J. C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, v. 27, n. 5, p. 1303-1309, 1968.
- ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2005.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistic**. Cary, NC: SAS Institute, 1998.
- SAUER, W. C. et al. The effect of source of fiber on ileal and fecal amino acid digestibility and bacterial nitrogen excretion in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 10, p. 4070-4077, 1991. PMID:1663925.
- SCHULZE, H. et al. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 9, p. 2362-2368, 1994. PMID:8002455.
- SILVA, F. A. M.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 2002.
- SILVA, S. S.; ANDERSON, T. A. **Fish Nutrition in Aquaculture**. London: Chapman & Hall, 1998.
- SOTILLO, A. J. Q.; MÉNDEZ, M. L. H. Papel de las pectinas en la alimentación del cerdo. **Producción Animal**, v. 22, n. 236, p. 4-16, 2007.
- VAREL, V. H; YEN J. T. Microbial perspective on fiber utilization by swine. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 10, p. 2715-2722, 1997. PMID:9331875.
- WATANABE, P. H. **Polpa cítrica na restrição alimentar qualitativa para suínos em terminação**. 2007. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.
- WENK, C. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**, v. 90, n.1-2,p.21-33,2001.doi:10.1016/S0377-8401(01)00194-8.
- WILFART, A. et al. Effect of fibre content in the diet on the mean retention time in different segments of the digestive tract in growing pigs. **Livestock Production Science**, v. 109, n. 1-3, p. 27-29, 2007. doi:10.1016/j.livsci.2007.01.032.

Recebido: 11/04/2013

Received: 04/11/2013

Aprovado: 23/07/2013

Approved: 07/23/2013