

## Farelo de algodão na alimentação de suínos (30 - 90 kg)

*Cottonseed meal on pigs feeding (30 - 90 kg)*

PAIANO, Diovani\*<sup>1</sup>; MOREIRA, Ivan<sup>2</sup>; CARVALHO, Paulo Levi de Oliveira<sup>3</sup>; FURLAN, Antonio Cláudio<sup>2</sup>; SILVA, Marcos Augusto Alves<sup>4</sup>; KUTSCHENKO, Marianne<sup>5</sup>; VOORSLUYS, Thomas<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Zootecnia, Chapecó, Santa Catarina, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá, Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Produção Animal, Maringá, Paraná, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Departamento de Zootecnia, Marechal Candido Rondon, Paraná, Brasil.

<sup>4</sup>Universidade Estadual do Norte do Paraná, Medicina Veterinária, Bandeirante, Brasil

<sup>5</sup>Zootecnistas.

\*Email para correspondência: diovani@hotmail.com

### RESUMO

Foi conduzido um estudo com objetivo de avaliar o uso do farelo de algodão (FA42) na alimentação de suínos, nas fases de crescimento e terminação, seus efeitos sobre o desempenho zootécnico, características de carcaça e viabilidade econômica. Foram utilizados 40 suínos mestiço com peso de  $29,7 \pm 1,6$  aos  $52,2 \pm 3,6$ kg para o crescimento e  $52,7 \pm 2,9$  aos  $86,9 \pm 5,0$ kg para a terminação. Para cada fase foram formuladas três rações (5, 10 e 15% de FA42). Adicionalmente foi formulada uma ração sem a inclusão de FA42 (0%). Os suínos foram distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro blocos, com quatro repetições por tratamento. Não foram observados efeitos da inclusão de FA42 para as variáveis de desempenho na fase de crescimento, entretanto para a fase de terminação, houve efeito linear crescente dos níveis de inclusão sobre o consumo e conversão alimentar. As características de carcaça e o nitrogênio da uréia plasmática não foram influenciados. Os resultados sugerem que o FA42 pode ser utilizado nas rações de suínos em crescimento em até 15% e em até 10% na terminação ou em substituição próxima de 50% da proteína do farelo de soja, sem prejuízos ao desempenho. Entretanto, o nível de 5% de inclusão do FA42 foi o que apresentou a melhor eficiência econômica.

**Palavras-chave:** alimento alternativo, características de carcaça, proteica, nutrição, viabilidade econômica

### SUMMARY

One experiment was carried out to evaluate the use of cottonseed meal (CM42) on growing-finishing pigs feeding and the effect on performance, carcass traits and economic feasible. Were used 40 crossbred pigs, with body weight of  $29.7 \pm 1.6$  to  $52.2 \pm 3.6$ kg in the growing and  $52.7 \pm 2.9$  to  $86.9 \pm 5.0$ kg in the finishing phase. For each phase were formulated four diets, the first contain no cottonseed meal (0%) and three experimental diets with increasing levels of inclusion (5, 10 and 15%) of CM42. The pigs were allotted in a completely randomized block design with four treatments and four blocks, resulting in four replicates per treatment. No were observed effect of inclusion of CM42 for performance variables in growing phase, however for finishing phase, there were linear effect in performance of levels of inclusion on daily feed intake and feed:gain ratio. No was effect of inclusion of CM42 on carcass traits and plasma urea nitrogen. The CM42 can be used in diets pigs on growing phase in levels up to 15% and to used up to 10% on finishing phase, respectively, or in replaced next 50% in crude protein of soybean meal, without impairing for pigs. However, 5% level of inclusion showed better economic efficiency.

**Keywords:** alternative feedstuffs, carcass traits, economic feasibility, nutrition, protein

## INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade econômica relevante para o Brasil, em especial para o Sul e o Centro Oeste, o Levantamento Sistemático da Produção e Abate de Suínos em 2012 indica que a produção brasileira foi de aproximadamente 41 milhões de cabeças (ABIPECS, 2012).

Destaca-se que a alimentação, representa 76% dos custos na produção de suínos (SANTOS et al., 2013), as quais são constituídas principalmente por milho e farelo de soja. A pouca opção por ingredientes alternativos torna os lucros e o crescimento da cadeia de produção de suínos, dependentes do preço dos referidos ingredientes (SILVA, 2005; HAUSCHILD et al., 2008).

Dentre os alimentos alternativos com potencial para a utilização na nutrição de suínos, estão os resíduos da indústria algodoeira, com destaque ao o farelo de algodão (FA). Segundo CONAB (2013) a produção brasileira para a safra 2012 foi de cerca de três milhões de toneladas de caroço de algodão. O processamento do caroço de algodão resulta em 16% de óleo de algodão e 45% de FA (NCPA, 2001).

A atual oferta, associada às projeções do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2013), o qual prevê crescimento anual de 5,1% até a safra 2022/2023, torna a utilização do FA uma boa estratégia para a substituição aos ingredientes base, como milho e farelo de soja.

Embora, seja um alimento de boa oferta e bom potencial, há dificuldades na utilização dos FA, em especial pela variação na composição química. Estas variações estão associadas às diferentes formas de processamento do caroço para a obtenção do óleo, que resultam

em farelos com variações na composição química e no valor energético, o que dificulta a elaboração de rações (PAIANO et al., 2006).

Além disso, os FA possuem elevados teores de fibra, com 17,92 % de FDA, 25,15% de FDN (NRC, 2012), e 13,96 % de fibra bruta, o que é um indicativo de baixa energia digestível para não ruminantes (CHIBA, 2000), menor digestibilidade dos aminoácidos (POZZA et al., 2003) e a presença de fatores antinutricionais.

O principal fator antinutricional do farelo de algodão é o gossipol, o qual, nos processamentos térmicos pode complexar com aminoácidos essenciais, como a lisina, com redução da digestibilidade.

Com base no apresentado, foi proposto este estudo para avaliar a utilização de FA de alto teor de proteína (42%) na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação (30 a 90 kg), seus efeitos sobre o desempenho e viabilidade econômica.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi estudado um farelo de algodão (FA42) de alto teor de proteína e com a composição química e energética de: 42,0% de PB, 2,41 Mcal de ED/kg, 0,19% de cálcio, 0,93% de fósforo e 21,2% de fibra em detergente ácido. Foram utilizados 40 suínos híbridos comerciais (20 machos castrados e 20 fêmeas), com peso de  $29,7 \pm 1,6$ kg para o crescimento e  $52,7 \pm 2,9$ kg para a terminação, respectivamente.

Os animais foram alojados em um pavilhão de alvenaria, coberto com telhas de fibrocimento, com baias providas de bebedouros tipo chupeta e comedouros semiautomáticos, nas quais foram fornecidos ração e água à vontade. As temperaturas mínimas e

máximas para o crescimento foram de  $13,7 \pm 4,0$  e  $23,2 \pm 4,4^{\circ}\text{C}$  e para a fase de terminação foram de  $15,6 \pm 4,3$  e  $25,7 \pm 4,2^{\circ}\text{C}$ , respectivamente.

Os tratamentos experimentais consistiram de quatro rações para o crescimento e quatro para a terminação, com níveis crescentes de inclusão de FA42 (0, 5, 10 e 15%). As rações foram calculadas de modo a serem isoenergéticas, isoprotéicas, isolisínicas,

isocalcíticas e isofosfóricas. Por causa do alto teor de proteína do farelo estudado, o qual se assemelha ao teor de proteína do farelo de soja, foi calculada a relação peso do FA42 com o peso do farelo de soja (FS) e a relação proteína bruta do FA42 com a proteína do FS nas rações experimentais (Tabela 1), conforme a metodologia proposta por Zanotto et al. (2009).

Tabela 1. Composição centesimal, química, energética e física das rações experimentais fornecidas aos suínos (30 – 90 kg)

Itens, %	Crescimento				Terminação			
	Níveis de inclusão, %				Níveis de inclusão, %			
	0	5	10	15	0	5	10	15
Farelo de algodão	-	5,0	10,0	15,0	-	5,0	10	15,0
Milho	70,44	70,12	68,48	66,85	76,48	77,47	75,84	74,20
Farelo de soja	25,37	21,21	16,84	12,46	18,80	14,86	10,49	6,11
Farelo de trigo	1,28	-	-	-	2,55	-	-	-
Óleo de soja	-	0,71	1,70	2,68	-	0,44	1,43	2,41
Calcário	0,56	0,60	0,67	0,74	0,66	0,68	0,75	0,82
Fosfato bicálcico	1,45	1,40	1,31	1,22	0,61	0,59	0,50	0,41
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Suplemento Vit+Min <sup>1</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
L-lisina HCl	-	0,05	0,10	0,15	-	0,05	0,10	0,15
Aditivo promotor de crescimento <sup>2</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Valores analisados <sup>3</sup>								
Proteína bruta, % <sup>3</sup>	17,13	17,18	17,35	17,08	16,69	16,67	16,26	16,08
Fibra em detergente ácido - FDA, % <sup>3</sup>	4,23	5,14	6,17	6,40	5,01	5,31	5,88	6,43
Fósforo total, % <sup>3</sup>	0,55	0,56	0,53	0,57	0,42	0,43	0,45	0,43
Diâmetro geométrico médio, $\mu\text{m}$ <sup>4</sup>	704	674	596	720	693	688	625	807
Valores calculados <sup>5</sup>								
Gossipol livre, ppm <sup>5</sup>	0	17	34	51	0	17	34	51
Cálcio, % <sup>5</sup>	0,68	0,68	0,68	0,68	0,49	0,49	0,49	0,49
Energia digestível, Mcal/kg <sup>5</sup>	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Relação FA/(FA+FS) <sup>6</sup>								
Peso, %	-	19,1	37,3	54,6	-	25,2	48,8	71,1
Proteína bruta, %	-	17,7	35,3	52,4	-	23,5	46,6	69,2

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico e mineral;

<sup>2</sup>Aditivo promotor de crescimento;

<sup>3</sup>Valores analisados com base nas metodologias preconizadas por AOAC (1995);

<sup>4</sup>Valores analisados com base na metodologia descrita por Henderson & Perry (1955);

<sup>5</sup>Valores calculados com base nos valores propostos por Paiano et al. (2006);

<sup>6</sup>Valores calculados com base na metodologia proposta por Zanotto et al. (2009).

Os animais foram distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso com quatro tratamentos, e quatro blocos por tratamento, sendo a unidade

experimental (UE) constituída pela baía. As UE dos blocos um e dois foram formadas por um macho e uma fêmea, o bloco três por um macho e duas fêmeas

e o bloco quatro uma fêmea e dois machos, perfazendo 40 animais. Para a formação dos blocos foi considerado o peso inicial dos animais. Para as análises de sangue e carcaça cada animal foi considerado como unidade experimental. No início da fase de terminação os animais foram redistribuídos aleatoriamente nas unidades experimentais e tratamentos, para a fase de terminação, em distribuição equitativa.

Ao final de cada fase (crescimento e terminação), foram avaliados o consumo diário de ração, ganho diário de peso e conversão alimentar de cada unidade experimental. Adicionalmente, para cada animal, no final das fases foi medida a espessura de toucinho e profundidade de lombo na posição P2, por meio do aparelho *Sono-Grader* (Renco®) e coletadas amostras de sangue, via veia cava cranial, conforme metodologia preconizada por Cai et al. (1994). As amostras sanguíneas foram centrifugadas (3.000 rpm por 15 min) para obtenção do plasma (em duplicata), transferidos para tubos tipo “*ependorfes*” e armazenados em freezer

(-18°C), para posterior determinação do nitrogênio da ureia plasmática (MARSH et al., 1965).

Ao final da fase de terminação foram selecionados quatro animais por tratamento (dois machos e duas fêmeas, selecionados por apresentarem peso próximo à média do tratamento), abatidos no abatedouro da Fazenda Experimental de Iguatemi-FEI/UEM. As carcaças foram resfriadas (1-2°C) por 24 horas para avaliação quantitativa, conforme o Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (ABCS, 1973; BRIDI & SILVA, 2006). A área do *Longissimus dorsi* e de gordura foram determinadas com o uso de mesa digitalizadora com auxílio do software Spring (CAMARA et al., 1996).

Para as análises econômicas foram calculados o índices de custo e o índice de eficiência econômica com base na metodologia preconizada por Gomes et al. (1991) e calculados os índices bioeconômicos, para a elaboração de inequações de predição do custo máximo do farelo de algodão (FA42), conforme a seguinte expressão adaptada de Guidoni (1994):

$$PMFA_{42} \leq \left[ PRL (Ganho_i - ganho_0) - \sum_{j=L=1}^N P_j (C_{ji} \times CR_i - C_{j0} \times CR_0) \right] / (C_{li} \times CR_i)$$

Na qual: PMFA = preço máximo do farelo de algodão para que a dieta em que será usado tenha a mesma eficiência econômica que a dieta sem FA (nível zero de inclusão); PRL = preço do kg de leitão; Ganho<sub>i</sub> = ganho de peso médio dos leitões do tratamento contendo o nível *i* de FA; Ganho<sub>0</sub> = ganho de peso médio dos leitões do tratamento sem FA (nível zero de inclusão); P<sub>j</sub> = preço dos ingredientes restantes em cada dieta; C<sub>ji</sub> = porcentagem do ingrediente *j* na dieta *i*; CR<sub>i</sub> = consumo de ração médio total por animal inerente a dieta *i*; C<sub>j0</sub> = porcentagem do ingrediente *j* na dieta

sem FA; CR<sub>0</sub> = consumo de ração médio total por animal referente à dieta sem FA; C<sub>li</sub> = porcentagem de FA na dieta *i*.

O preço do farelo de algodão foi calculado, com base no valor de seu teor proteico, como 70% do valor da proteína bruta do farelo de soja (valor sugerido pelo fabricante), o resultado deste cálculo forneceu um preço final do kg do FA de 65% do preço do kg do farelo de soja. Para a simulação da viabilidade econômica foram utilizados os preços médios de setembro de 2011 (milho 0,50; farelo de soja 0,63; farelo de trigo 0,39; óleo de soja 2,0; calcário 0,14; fosfato

bicálcico 1,49; sal comum 0,35; suplemento de vitaminas e microminerais 4,00; l-lisina HCl 4,60; aditivo promotor 40,10 e preço do kg do suíno 2,00 R\$, respectivamente). Com os índices bioeconômicos estimados e com base nos preços dos ingredientes e do suíno vivo, foi calculado o preço máximo para do FA42 para que as dietas experimentais tivessem a mesma eficiência econômica da dieta sem FA42.

Os resultados obtidos para os níveis de inclusão (5, 10 e 15%), excluindo a ração testemunha (0% de farelo de algodão), foram submetidos à análise de regressão polinomial, com o seguinte modelo estatístico:  $Y_{ijk} = \mu + B_i + N_k + e_{ijk}$ , em que  $Y_{ijk}$  = observação do animal  $m$ , dentro do bloco  $i$ , nível de inclusão  $k$  do farelo de algodão (FA42);  $\mu$  = constante associada a todas as observações;  $B_i$  = efeito do bloco, sendo  $i = 1, 2, 3, 4$ ;  $N_k =$

efeito dos níveis de FA42, sendo  $k = 0, 5, 10, 15\%$  de inclusão do FA42 e  $e_{ijk}$  = erro aleatório associado à observação. Para o NUP e características de carcaça, cada animal foi considerado como uma unidade experimental. Para a comparação dos resultados da ração testemunha (0% de FA42) com cada um dos níveis de inclusão do FA42, foi aplicado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fase de crescimento não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de FA42 sobre as variáveis de desempenho e NUP (Tabela 2), resultado semelhante ocorreu na fase de terminação para as variáveis, ganho diário de peso (GDP) e NUP.

Tabela 2. Desempenho e características quantitativas de carcaça de suínos em crescimento (30 a 60 kg) e terminação (60 a 90 kg) alimentados com farelo de algodão (42% PB)

Itens	Nível de inclusão do FA42, %				CV <sup>2</sup>	Reg <sup>3</sup>
	0	5	10	15		
Fase de crescimento						
Consumo diário de ração, kg	1,941	2,009	1,957	1,995	5,3	ns
Ganho de peso diário, kg	0,748	0,813	0,787	0,778	8,78	ns
Conversão alimentar	2,6	2,47	2,49	2,6	4,88	ns
NUP, mg/Dl	7,92	7,2	6,81	7,75	20,98	ns
Espessura de Toucinho P2, mm	7,9	9,0	8,0	8,6	16,7	ns
Fase de terminação						
Consumo diário de ração, kg	2,888	2,663	2,846	2,897	5,792	L<0,05
Ganho de peso diário, kg	0,945	0,904	0,915	0,885	7,752	ns
Conversão alimentar	3,08	2,95	3,12	3,29	3,68	L<0,05
NUP, mg/dL	11,12	8,75	9,60	10,02	20,26	ns
Características de carcaça						
Rendimento de carcaça, %	78,3	78,6	76,8	77,0	2,97	ns
Peso de pernil, kg	10,79	10,81	10,93	10,4	6,97	ns
Rendimento de pernil, %	25,1	25,82	25,22	23,85	5,23	ns
Comprimento de carcaça, cm	92,2	90,43	88,8	89,95	4,18	ns
Espessura de toucinho, cm	2,94	3,04	2,73	3,17	13,49	ns
Área de olho de lombo, cm <sup>2</sup>	38,86	38,31	39,5	37,79	10,71	ns

<sup>1</sup>Ração testemunha;

<sup>2</sup>Coefficiente de variação;

<sup>3</sup>Análise de regressão para os níveis de inclusão (5, 10 e 15%): L= efeito linear – Fase de Terminação (CDR=2,568FA% + 0,0234 (R<sup>2</sup> = 0,35); CA=2,78FA% + 0,0340 (R<sup>2</sup> = 0,52); NS – não significativo.



Os resultados da fase de crescimento foram semelhantes aos encontrados por Moreira et al. (2006), os quais não observaram influência da inclusão da inclusão de FA sobre o desempenho zootécnico e NUP para leitões (15-30 kg de peso vivo) com até 12% de inclusão de farelo de algodão.

Na terminação, foi verificado maior ( $P < 0,05$ ) consumo diário de ração (CDR) e pior conversão alimentar (CA) com a inclusão do FA42. Os resultados da terminação diferem da fase de crescimento, mas são semelhantes aos resultados obtidos por Li et al. (2000), que observaram aumento da CA, com a inclusão de FA nas rações de suínos nas fases de crescimento e terminação e com os resultados de Paiano et al. (2006) para leitões (15-30 kg de peso vivo).

O aumento no CDR na terminação pode estar associado ao menor fornecimento de aminoácidos digestíveis das dietas com FA (YIN et al., 1994). Embora, para a formulação das dietas tenha sido considerados os aminoácidos totais, os aminoácidos digestíveis, de acordo com os coeficientes propostos por Rostagno et al. (2011), foram menores para as dietas de maior inclusão de FA (0,627; 0,605; 0,580 e 0,555% de lisina digestível e 0,237; 0,233; 0,227 e 0,220% de metionina digestível para as dietas com 0, 5, 10 e 15% de inclusão de FA na fase de terminação, respectivamente). Isto pode ter contribuído para a alteração no consumo de ração (HENRY & SÈVE, 1993) e por consequência a conversão alimentar.

Outro fator que pode ter contribuído para o aumento do CDR na terminação foi o provável menor incremento calórico das dietas de maior inclusão de FA42, as quais possuíam maior inclusão de lipídeos, necessário para corrigir a menor de energia digestível do FA42, quando comparado ao farelo de soja. Na fase de terminação a temperatura máxima média

foi 2,5°C superior à fase de crescimento e próximo à temperatura crítica para suínos de 27°C (SAMPAIO et al., 2004). Desta forma, o menor incremento calórico das dietas com maior inclusão de FA, pode ter favorecido o aumento no CDR na terminação, os quais são mais suscetíveis ao estresse por calor.

Além disso, parte das diferenças nos resultados entre as duas fases, pode estar associada com a maior participação da proteína do farelo de algodão no total de proteína da ração nas rações da terminação. Para a ração experimental com 15% de inclusão de FA42, na fase de crescimento, a proteína do farelo de algodão substituiu cerca de 50% a proteína do FS, enquanto que para a fase de terminação a substituição foi de aproximadamente 70% (Tabela 1), o que deixou os suínos, na fase de terminação, mais susceptíveis aos efeitos adversos da proteína do FA, como a menor digestibilidade dos aminoácidos do FA comparado ao farelo de soja (ROSTAGNO et al., 2011).

O desempenho, característica de carcaça e NUP, entre os níveis de inclusão de FA e a ração com 0% de inclusão de FA42, nas duas fases do experimento não diferiu ( $P > 0,05$ ).

As recomendações para a inclusão de FA entre autores são variadas, Li et al. (2000), para suínos em crescimento (21-43kg) e terminação (43-84kg), recomendam até 8% de inclusão de FA. Mello et al. (2012) não observaram diferenças entre a ração controle e o nível de 20% de FA. Rostagno et al. (2011), recomenda como nível prático para a fase de terminação 5% e como nível máximo 10%.

Entretanto, a variabilidade na composição dos farelos de algodão de diferentes origens pode limitar sua recomendação com base no seu peso, o que sugere que a inclusão deve ser baseada em sua proteína em substituição a proteína do farelo de

soja, que neste experimento quanto utilizado até 50% não alterou o desempenho.

O nitrogênio da ureia plasmática não foi influenciado pelos ( $P>0,05$ ) níveis de FA42. Segundo Coma et al. (1995), valores baixos desta variável estão relacionados com a melhor utilização de nitrogênio proteico para a deposição de tecidos. Da mesma forma não houve efeito ( $P>0,05$ ) da inclusão do FA sobre a espessura de toucinho (ET) no crescimento e características de carcaça na terminação.

Em um estudo para avaliar a inclusão de FA nas rações de suínos Fombad & Bryant (2004), observaram ausência de efeitos nas características de carcaça com a inclusão de FA até o nível de 15%, observaram redução de carne magra e aumento da espessura de toucinho no nível de 30% de inclusão. Provavelmente até os níveis estudados no experimento (15%) os efeitos do FA, não foram suficientes para alterar as características avaliadas.

Entre os índices bioeconômicos calculados, o farelo de soja foi o

ingrediente que possuiu o índice de maior representatividade sobre o preço máximo que o FA pode custar para ser economicamente viável (Tabela 3), o que indica que é o principal ingrediente a ser comparado, em termos econômicos para sua utilização.

A simulação de viabilidade bioeconômica, indicou que o preço sugerido pelo fabricante no período (R\$0,41) foi satisfatório para a utilização de até 15% do FA no crescimento e até 5% o na terminação (Tabela 4).

Os índices bioeconômicos que permitiram maior inclusão do farelo de algodão no crescimento sem prejuízos econômicos, diferente da terminação que a partir de 5% de inclusão o FA foi prejudicial, podem estar associados com a limitação energética do FA (2,41 Mcal de energia de digestível/kg) quando comparado ao FS (3,43 Mcal/kg ED). A relação ED:PB foi maior na terminação quando comparado com o crescimento, o que encareceu o custo da ração, pela necessidade de suplementação energética com óleo e por consequência o custo por kg produzido.

Tabela 3. Índices bioeconômicos estimados para determinar o custo máximo do farelo de algodão (42% PB) para sua utilização nas rações de suínos nas fases de crescimento e terminação

Índices para os preços	Nível de inclusão do farelo de algodão, %					
	Crescimento			Terminação		
	5	10	15	5	10	15
Kg do suíno	0,68292	0,09843	0,10908	-0,30843	-0,11655	-0,15641
Milho	0,47834	-0,32275	-0,09608	-1,09556	-0,20289	-0,53549
Farelo de soja	-0,63667	-0,89865	-0,80907	-1,10598	-0,86514	-0,94027
Farelo de trigo	-0,24614	-0,13030	-0,08273	-0,55313	-0,25963	-0,18279
Óleo de soja	0,14200	0,17000	0,17867	0,08800	0,14300	0,16067
Calcário	0,01231	0,00999	0,01314	-0,00716	0,00780	0,00736
Fosfato bicalcico	0,00116	-0,01661	-0,01238	-0,01432	-0,01211	-0,01639
Sal comum	0,00308	-0,00072	0,00081	-0,00677	-0,00073	-0,00201
Sup. Vitam. Mineral	0,00308	-0,00072	0,00081	-0,00677	-0,00073	-0,00201
L-lisina HCl	0,01000	0,01000	0,01000	0,01000	0,01000	0,01000
Adit. Prom. de cresc.	0,00077	-0,00018	0,00020	-0,00169	-0,00018	-0,00050

\*Valores estimados com base na metodologia proposta por Guidoni (1994).

Tabela 4. Análise bioeconômica da utilização do farelo de algodão (42% PB) na alimentação de suínos em crescimento e terminação (30 a 90 kg)

Itens	Nível de inclusão do FA, %				CV <sup>1</sup>	Reg <sup>2</sup>
	0	5	10	15		
Crescimento						
Custo do kg da ração, R\$/kg	0,597	0,600	0,606	0,611	-	-
CRPV, R\$/kg PV ganho <sup>3</sup>	1,55	1,48	1,51	1,59	5,07	L=0,08
Índice de eficiência econômica	95,8	100	98,5	93,5	-	-
Índice de custo	104,4	100	101,6	106,9	-	-
PMFA, R\$ <sup>4</sup>	-	1,246	0,623	0,410		
Terminação						
Custo da ração, R\$/kg	0,578	0,580	0,585	0,591	-	-
CRPV, R\$/kg PV ganho <sup>3</sup>	1,78	1,74	1,83	1,94*	3,85	L<0,01
Índice de eficiência econômica	97,4	100	95,1	89,3	-	-
Índice de custo	102,6	100	105,2	112	-	-
PMFA, R\$ <sup>5</sup>	-	0,741	0,210	0,303		

<sup>1</sup>Coeficiente de variação;

<sup>2</sup>Análise de regressão: L= Efeito linear – Fase de Crescimento: CR= 0,0103FA% +1,4233); Fase de Terminação: CR= 0,0209FA% + 1,6243; ns: não significativo;

<sup>3</sup>CRPV= custo de ração por quilograma de peso vivo ganho; <sup>4</sup>PMFA= preço máximo para viabilizar economicamente a inclusão de farelo de algodão dentro do nível de inclusão (valores calculados com base nos Índices bioeconômicos da Tabela 3).

\*Valor diferente pelo teste de Dunnett (P<0,05) da ração testemunha.

Em relação ao custo em ração por kg de peso vivo ganho (CRPV) houve aumento numérico (P=0,08) para o crescimento e aumento linear (P<0,05) na fase de terminação com a inclusão dos FA42 nas rações e o teste de Dunnett indicou piora (P<0,05) do nível de 15% de inclusão na terminação comparado com a ração testemunha.

Em um experimento para a avaliação econômica da inclusão do FA Fombad & Bryant (2004), observaram redução no custo de ração por quilograma de peso vivo ganho (CRPV) com a inclusão do FA. Entretanto, no nível de 15% de inclusão de FA os autores encontraram uma redução do custo da ração (CR) de 18%, enquanto no presente experimento, no mesmo nível de inclusão, foi verificado aumento de cerca 1% no CR, resultado das condições locais em que a relação entre preços é diferente da encontrada no Brasil. Por outro lado, Mello et al. (2012) avaliaram a inclusão

de FA nas fases de crescimento e terminação e observaram efeito similares ao do presente trabalho com aumento no CRPV, com a maior nível de inclusão de FA, os quais relacionaram com a necessidade de suplementação de L-lisina e óleo de soja nas rações.

O CRPV até o nível de 10% de inclusão de FA na terminação não diferiu (P>0,05) da ração testemunha. Contudo, nas duas fases estudadas os níveis de 5% de inclusão de FA, foram os que apresentaram melhores respostas para o índice de custo, índice de eficiência econômica e PMFA.

Os resultados sugerem que o farelo de algodão (42% de PB) pode ser utilizado nas rações de suínos em crescimento em até 15% e em até 10% na terminação, ou com substituição próxima de 50% da proteína do farelo de soja. Entretanto, o nível de 5% de inclusão foi o que apresentou os melhores resultados econômicos.



## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA- ABIPECS, 2012. **Produção brasileira de carne suína - 2004 a 2012**. Disponível em: <[http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/mercado-interno/producao/Producao\\_2012.pdf](http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/mercado-interno/producao/Producao_2012.pdf)> Acesso em: 15 jul. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS - ABCS. **Método brasileiro de classificação de carcaça**. Estrela – RS, 1973. 17p. (Publicação Técnica, 2).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. Virginia, 1995. v.16.

BRIDI, A.M., SILVA, C.A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína**. Londrina: Midigraft, 2006. 97p.

CAI, Y., ZIMMERMAN, D.R., EWAN, R.C. Diurnal variation in concentrations of plasma urea nitrogen and amino acids in pigs given free access to feed or fed twice daily. **Journal Nutrition**, v.124, p.1088-1093, 1994.

CAMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS U.M.; GARRIDO J.; MITSUO II, F. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v.20, n.3, p.395-403, 1996.

CHIBA, L.I. Protein supplement. In: LEWIS, A. I.; SOUTHERN, L. L. **Swine nutrition**. 2.ed. Boca Roton: CRC Press, 2000. p.803-837.

COMA, J.; CARRION, D.; ZIMMERMAN, D.R. Use of plasma urea nitrogen as a rapid response criterion to determine the lysine requirement of pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, p.472-481, 1995.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Indicadores da Agropecuária**. CONAB/MAA, Brasília-DF, ano XXII, nº 08, agosto/2013. p.8-9.

FOMBAD, R.B.; BRYANT, M.J. An evaluation of the use of cottonseed cake in the diet of growing pigs. **Tropical animal health and production**, v.36, n.3, p.295-305, 2004.

GOMES, M.F.M.; BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T.; FERREIRA, A.S.; LIMA, G.J.M.M. **Análise econômica da utilização de trigo para suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1991. p.1-2. (Comunicado Técnico, 179).

GUIDONI, A. L. **Alternativas para comparar tratamentos envolvendo o desempenho nutricional animal**. 1994. 105p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; CARVALHO, A. d'A.; ALEBRANTE, L. Utilização do triticale e de enzimas em dietas para suínos: digestibilidade e metabolismo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.470-476, 2008.

HENDERSON, S.M.; PERRY, R.L. **Agricultural process engineering**. New York : John Wiley and Sons, 1955. 402p.

HENRY, Y.; SÈVE, B. Feed intake and dietary amino acid balance in growing pigs with special reference to lysine, tryptophan and threonine. **Pig News and Information**, v.14, p.35-43, 1993.

LI, D.F.; XU, X.X.; QIAO, S.Y.; ZHENG, C.T.; CHEN, Y.; PIAO, X.S.; HAN, K.; THACKER, P. Growth performance of growing-finishing pigs fed diets supplemented with chinese cottonseed meal based on amino acid digestibilities. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v.13, n.4, p.521-527, 2000.

MARSH, W.H.; FINGERHUT, B.; MILLER, H. Automated and manual direct methods for determination of the determination of blood urea. **Clinical Chemistry**, v.11, n.578, 1965.

MELLO, G.; LAURENTIZ, A.C.; FILARDI, R.S.; BERGAMASCHINE, A.F.; OKUDA, H.T.; LIMA, M.M.; JUNQUEIRA, O.M. Farelo de algodão em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Archivos de Zootecnia**, v.6, p.55-62, 2012.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO ASSESSORIA DE GESTÃO ESTRATÉGICA. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023**. Brasília: Mapa/ACS, 96 p. 2013. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf)> Acesso em: 15 set.2013.

MOREIRA, I.; SARTORI, I.M.; PAIANO, D.; MARTINS, R.M.; OLIVEIRA, G.C. Utilização do farelo de algodão, com ou sem a adição de ferro, na alimentação de leitões na fase inicial (15-30 kg). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1077-1084, 2006.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 11.ed. Washington, D.C., 2012. 400p.

NATIONAL COTTONSEED PRODUCTS ASSOCIATION -NCPA 2001. **Cotton: America's True Food & Fiber Crop**. Disponível em: <<http://www.cottonseed.com>>. Acesso em: 15 dez. 2011.

PAIANO, D.; MOREIRA, I.; SILVA, M.A.A.; SARTORI, I.M.; MARTINS, R.M.; VIEIRA, F.F. Farelos de algodão com diferentes níveis de proteína na alimentação de suínos na fase inicial - digestibilidade e desempenho. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.28, p.415-422, 2006.

POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGO, H.S. DONZELE, J.L.; SANTOS, M.S.; FERREIRA, R.A. Avaliação da Perda Endógena de Aminoácidos, em Função de Diferentes Níveis de Fibra para Suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1354-1361, 2003.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA A.S.; BARRETO, L.S.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

SAMPAIO, C.A.P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J.A. Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.785-790, 2004.

SANTOS, J.; SANDI, A.J.; MIELE, M.; MARTINS, F.; JACOBINA, A.; SOUZA, B. **Índices dos Custos de Produção de Suínos /Embrapa - Fevereiro/2013**. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/cias/index.php?option=com\\_content&view=article&id=170](http://www.cnpsa.embrapa.br/cias/index.php?option=com_content&view=article&id=170)>. Acesso em: 03 maio 2013.

SILVA, A.A.; MARQUES, B.M.F.P.P.; HAUSCHILD, L.; GARCIA, G.G.; LOVATTO, P.A. Digestibilidade e balanços metabólicos da silagem de grãos úmidos de milho para suínos. **Ciência Rural**, v.35, n.4, p. 877-882, 2005.

YIN, Y.L.; CHEN, C.M.; ZHONG, H.Y. HUANG, R.L.; CHEN, X.-S. Apparent digestibilities of energy, cell-wall constituents, crude protein and amino-acids of chinese oil meals for growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, n.3/4, p.283-298, 1994.

ZANOTTO, D.L., J.V. LUDKE, A.L. GUIDONI, P.C. GOMES, P.A.R. BRUMI E L.C. AJALA. Utilização do farelo de canola em dietas para suínos em crescimento e terminação. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.717-728, 2009.

Data de recebimento: 09/12/2013

Data de aprovação: 23/09/2014