



Soja integral processada de diferentes formas para uso em dietas para suínos em crescimento e terminação

Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke¹, Gustavo Júlio Mello Monteiro de Lima², Mário Lanznaster³, Rinaldo Ardigó³

¹ Departamento de Zootecnia da UFRPE, Rua D. Manoel de Medeiros, S/N, Dois Irmãos, Recife - PE. CEP: 52171-900.

² EMBRAPA Suínos e Aves. Bolsista do CNPq.

³ Cooperativa Regional Alfa Ltda.

RESUMO - Um experimento foi realizado com o objetivo de avaliar o tipo de processamento de soja integral a ser usada na alimentação de suínos em crescimento e terminação. Foram utilizados 60 suínos, machos castrados e fêmeas, com peso médio inicial de 25,0 kg e idade média de 70 dias, distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos, cada um com 12 repetições, seis para cada sexo. A unidade experimental foi constituída de um animal alojado em baia individual. As dietas experimentais foram isonutritivas e formuladas à base de milho e farelo de soja, com 8% de soja, de acordo com cada tipo de processamento da soja. Foram avaliadas cinco dietas: soja 1 - dieta com 8% de soja desativada em reator por aquecimento a vapor e sob pressão; soja 2 - dieta com 8% de soja desativada com aquecimento por perdas dielétricas, após umidificação dos grãos e passagem por câmara com microondas; soja 3 - similar à soja 1, porém, com soja desativada em reator de outra marca; soja 4 - dieta com soja extrusada a seco, de modo que os grãos eram direcionados para um canhão com helicóides e cones dispostos para provocar aquecimento por atrito e pressão; e soja 5 - dieta com soja extrusada a seco com prensagem para retirada de parte do óleo. Avaliaram-se o desempenho, as características de carcaça e a rentabilidade econômica do processamento. A soja extrusada a seco com prensagem para retirada do óleo foi a que proporcionou melhor resultado e foi mais economicamente viável, uma vez que não influenciou o desempenho dos animais.

Palavras-chave: crescimento, extrusão, soja desativada, terminação

Whole soybean processed with different forms for use in diets of growing-finishing swine

ABSTRACT - An experiment was conducted with the objective to evaluate the type of whole soybean processing to be used in the feeding of growing-finishing swine. Sixty pigs, gilts and barrows, with initial average weight of 24.96 kg and age of 70 days, were distributed to a complete randomized block design, with five treatments, each one with 12 replicates, and six per each sex. The experimental unit was composed by one animal in an individual box. Experimental diets were isonutritious and based on corn and soybean meal and 8% of soybean, in accordance with the type of soybean processing. Five diets were evaluated: soybean 1 - diet with 8% of soybean inactivated in reactor by steaming and pressure; soja 2 - diet with 8% soybean inactivated by heat generated by dielectric losses, after water spraying and following through a microwave chamber; soybean 3 - Similar to soybean 1, but with soybean inactivated by a reactor of other manufacturer; soybean 4 - Diet with dry extruded soybean, in way that the grain were propelling through jet cannon containing helicoids and cones displaced to generated heat via attrition and pressure; soybean 5 - Diet with soybean in dry extrusion process followed by partial oil extraction via press expeller. The performance, the characteristics of carcass and the economic income of the processing were evaluated. There were no differences on pig performance among treatments but carcass traits and economic income were better for soybean in dry extrusion process followed by partial oil extraction via press expeller.

Key Words: extrusion, finishing, growing, inactivated soybean

Introdução

Do volume de soja em grão anualmente ofertado nas safras, a maior parte do grão disponível (aproximadamente 61,7%) é destinada ao esmagamento nas indústrias nacionais, enquanto 33,7% dos grãos são exportados e

4,6% representam sementes e perdas (Canziani & Guimarães, 2002).

Na industrialização da soja, o farelo é produzido com rendimento de 76,5%, o que representa, no Brasil, dois terços dos farelos protéicos utilizados na alimentação animal (Embrapa, 2005). Os atributos do farelo de soja que o tornam

ingrediente preferencial na alimentação de suínos são a alta concentração de proteína, o perfil e nível de aminoácidos, especialmente lisina, e o alto valor energético (Lima, 1999). A soja *in natura* contém algumas substâncias que inibem o aproveitamento das proteínas e dos demais nutrientes das dietas pelos monogástricos. Entre estes fatores antinutricionais, destacam-se as hemaglutininas, os fatores bociogênicos, as saponinas, as lectinas e os fatores inibidores da tripsina, como o Kunitz e o Bowman-Birk. A eliminação desses componentes antinutricionais na soja crua pode ser feita por processamento térmico (Araba & Dale, 1990a,b), uma vez que são inativados por altas temperaturas (Vohra & Kratzer, 1991). O processamento térmico da soja pode ser realizado por meio de tostagem (por tambor rotativo, por calor úmido ou por calor seco), *jet sploder*, micronização, extrusão úmida ou seca ou por cozimento. Os tratamentos mais utilizados são a extrusão seca ou úmida e a tostagem (Bellaver, 1999; Café et al., 2000). Nas condições brasileiras, Mendes et al. (2004), considerando resultados de metabolismo com suínos em crescimento, avaliaram diferentes processamentos de soja e afirmaram que a micronização foi superior à extrusão e expansão, pois gerou maiores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e da energia.

A soja integral processada, por apresentar as vantagens do farelo, associada ao elevado valor energético do óleo presente no grão, pode ser usada com vantagens econômicas na produção de suínos. Os dois principais parâmetros para avaliação da qualidade da soja são o nível de atividade da urease, que deve ser mantido entre 0,05 e 0,20 unidades de pH, e o índice de solubilidade protéica, que deve ser de 80 a 85% e cujas variações dependem das temperaturas utilizadas no processamento (Rhee, 2000). Segundo Said (1999), os processos industriais com temperaturas entre 110 e 120°C são considerados ideais para manutenção da qualidade protéica da soja. Rackis et al. (1986) afirmaram que, para inativar a enzima urease ou destruir 95% dos inibidores de tripsina, é necessário que, respectivamente, sejam absorvidos 1,2 ou 1,67 kJ de energia por grama de soja.

Neste estudo, avaliaram-se os diferentes tipos de processamento de soja atualmente disponíveis no Brasil visando ao uso da soja inativada em dietas para suínos em crescimento e terminação. Foram avaliados ainda o desempenho e as características de carcaça e a viabilidade econômica dos tipos de processamento.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves/EMBRAPA no outono de 2002. Foram

utilizados 60 suínos provenientes do cruzamento entre machos MS60 e fêmeas F1 (LXLW), 50% machos castrados e 50% fêmeas com peso médio inicial de 25,0 kg e com média de 70 dias de idade. Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados, com cinco tratamentos, cada um com 12 repetições, seis para cada sexo. A unidade experimental foi constituída de um animal alojado em baia individual.

Foram avaliadas cinco dietas: soja 1 - dieta à base de milho e farelo de soja, com 8,0% de soja integral desativada em reator por aquecimento a vapor e sob pressão; soja 2 - dieta à base de milho e farelo de soja, com 8,0% de soja integral desativada em aquecimento por perdas dielétricas após umidificação dos grãos e passagem por uma câmara com microondas; soja 3 - dieta à base de milho e farelo de soja, com 8,0% de soja integral desativada em reator por aquecimento a vapor e sob pressão, similar à soja 1, mas produzida em equipamento de outra marca; soja 4 - dieta à base de milho e farelo de soja, com 8,0% de soja integral extrusada a seco, de modo que os grãos eram direcionados para um canhão com helicóides e cones dispostos de modo a provocar aquecimento por atrito e pressão; soja 5 - dieta à base de milho e farelo de soja, com 8,0% de soja integral desativada por meio de extrusão a seco com posterior prensagem para retirada de parte do óleo.

O processamento da soja utilizada nas dietas soja 1 e soja 3 foi feito em temperatura de 121 a 126°C e 138 Kpa. Na soja 2, o processamento ocorreu em placas de aquecimento faceadas que aquecem controladamente os grãos, promovendo sua inativação via geradores que transformam energia elétrica em campo magnético com frequência entre 1 a 100 MHz tendo como descarregador e regulador de fluxo uma exclusiva rotativa de descarga acionada por motor com variador e redutor de velocidade. A umidade do grão se situa entre 25 e 30% e o tempo médio de processamento é de 6 minutos. Nas sojas 4 e 5, o processamento atingiu pressão média em torno de 35 atmosferas e temperatura média em torno de 140°C durante 20 segundos, em média.

Os valores de energia metabolizável para suínos da soja submetida aos diferentes tipos de processamento foram determinados anteriormente em um ensaio de metabolismo e são apresentados na Tabela 1, juntamente com a composição nutricional.

As dietas foram fornecidas nas fases de crescimento (até os 61,4 kg de peso médio) e terminação (até os 105,5 kg de peso médio) dos suínos. As dietas (Tabelas 2 e 3) foram formuladas para serem isoprotéicas, em base de aminoácidos digestíveis, e isocalóricas, com 15,0% de PB e 3.265 kcal/kg de EM/kg, e 13,0% de PB e 3.300 kcal/kg de EM/kg, para as fases de crescimento e terminação, respectivamente, visando

Tabela 1 - Composição nutricional (% MS) e de energia metabolizável (kcal/kg) das sojas avaliadas

Table 1 - Nutritional composition (% DM) and metabolizable energy (kcal/kg) of the evaluated soybeans

Nutriente Nutrient	Soja Soybean				
	1	2	3	4	5
MS (DM), %	88,04	88,55	88,93	86,96	91,04
PB (CP)	35,58	36,04	35,41	35,11	36,14
EE	18,52	18,84	17,94	18,55	8,74
EM (ME)	4.124	4.199	4.499	5.122	3.510
Lys	2,60	2,59	2,26	2,37	2,48
His	1,08	1,06	0,93	0,86	1,01
Arg	3,27	3,16	2,86	2,50	2,92
Asn	4,68	4,62	4,08	4,04	4,66
Thr	1,67	1,65	1,42	1,85	1,65
Ser	2,22	2,18	1,89	1,96	2,26
Glu	7,69	7,54	6,68	6,94	7,62
Pro	1,84	2,18	1,60	1,44	1,98
Gly	1,69	1,67	1,46	1,43	1,68
Ala	1,74	1,73	1,51	1,51	1,69
Cys	0,68	0,69	0,62	0,65	0,97
Val	1,86	1,84	1,70	1,78	1,70
Met	0,47	0,46	0,41	0,43	0,36
Ile	1,87	1,86	1,68	1,51	1,69
Leu	3,18	3,14	2,78	2,71	3,04
Tyr	1,46	1,41	1,26	1,69	1,39
Phe	2,19	1,16	1,91	1,81	2,07
Trp	0,53	0,49	0,48	0,49	0,63

1 Soja desativada por reator com aquecimento e vapor sob pressão (soybean inactivated in reactor submitted to heat and steam under pressure); 2,3 - Sojas desativadas com aquecimento por perdas dielétricas (soybean inactivated by microwave dielectric heating); 4 - Soja desativada por extrusão a seco (soybean inactivated by means of dry extrusion); 5 - Soja extrusada semidesengordurada (extruded and partially defatted soybean).

¹ % MS (% DM).

atender ou exceder às exigências, conforme sugerido pelo NRC (1998). As dietas foram fornecidas aos animais à vontade, assim como a água; nas pesagens os animais foram pesados no período da manhã, após jejum de 12 horas.

Foram avaliados o consumo diário de ração, o ganho de peso diário e a conversão alimentar nos primeiros 46 dias de experimento (fase de crescimento), dos 46 aos 91 dias (fase de terminação) e no período total do experimento (1 aos 91 dias de experimento). Avaliou-se ainda o ganho de peso diário, ajustado por covariância para o correspondente consumo de ração diário, nas fases de crescimento e terminação e no período total.

Ao final do experimento, os animais foram abatidos e as carcaças quentes foram pesadas e avaliadas quanto ao rendimento de carcaça (RC). Na seqüência, cada carcaça suspensa na nora foi dividida em duas meias-carcaças de igual peso utilizando-se uma serra elétrica cortando no sentido do comprimento no centro da coluna vertebral. A espessura de toucinho (ET) e a profundidade de lombo (PL)

Tabela 2 - Composição das dietas experimentais e valores calculados em nutrientes para os suínos na fase de crescimento

Table 2 - Composition of the experimental diets and calculated nutrient values for pigs in the growing phase

Ingrediente (%) Ingredient	Soja Soybean				
	1	2	3	4	5
Milho Corn	71,70	71,86	72,48	73,77	71,21
Farelo de soja Soybean meal	13,98	13,96	13,89	13,74	13,48
Soja Soybean					
1	8,00	-	-	-	-
2	-	8,00	-	-	-
3	-	-	8,00	-	-
4	-	-	-	8,00	-
5	-	-	-	-	8,00
Oleo de soja Soybean oil	1,82	1,68	1,13	-	2,80
Calcário calcítico Limestone	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Fosfato bicálcico Dicalcium phosphate	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
L-lisina L-lysine	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19
Sal Salt	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Premix vit./mineral ¹ Vitamin and mineral mix	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloreto de colina Choline chloride	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Aditivos ² Additives	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Caulin	1,51	1,51	1,51	1,50	1,51
Nutrientes calculados Calculated nutrients					
PB (%) CP	14,91	14,86	14,85	14,97	15,12
EM (kcal/kg) ME	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265
Ca %	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
P disponível (%) Available P	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Met + cis (%) Met + cys	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54
Met + cis dig (%) Digestible met+cys	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Lisina (%) Lysine	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Lisina digestível (%) Digestible lysine	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Treonina (%) Threonine	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
Treonina digestível (%) Digestible threonine	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52

¹ Premix vitamínico/kg de ração (vitamin mix/kg feed): vit. A - 6.000 UI; vit. D₃ - 1.500 UI; vit. E - 15 UI; vit. K₃ - 1,5 mg; vit. B₁ - 1,35 mg; vit. B₂ - 4,0 mg; vit. B₆ - 2,0 mg; vit. B₁₂ - 0,020 mg; ácido nicotínico (nicotinic acid) - 20 mg; ácido pantotênico (pantothenic acid) - 9,35 mg; biotina (biotin) - 0,08; ácido fólico (folic acid) - 0,60 mg; Se - 0,30 mg. Premix mineral/kg de ração (Mineral mix/kg feed): I - 1,5 mg; Co - 1,0 mg; Cu - 10,0 mg; Zn - 100 mg; Fe - 100 mg; Mn - 40 mg.

² Aditivos (additives): BHT - 0,02%; aluminossilicato (Aluminum sillicate) - 0,30%; e espiramicina (spiramicin) - 0,03%.

Tabela 3 - Composição das dietas experimentais e valores calculados em nutrientes para suínos na fase de terminação

Table 3 - Feed composition and calculated nutrient levels in diets for finishing pigs

Ingrediente (%) <i>Ingredient</i>	Soja <i>Soybean</i>				
	1	2	3	4	5
Milho <i>Corn</i>	79,01	78,81	78,02	76,39	81,21
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	8,31	8,33	8,42	8,62	7,49
Soja <i>Soybean</i>					
1	8,00	-	-	-	-
2	-	8,00	-	-	-
3	-	-	8,00	-	-
4	-	-	-	8,00	-
5	-	-	-	-	8,00
Oleo de soja <i>Soybean oil</i>	0	0	0	0	0
Calcário <i>Limestone</i>	0,76	0,76	0,76	0,76	0,77
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	0,62	0,62	0,62	0,62	0,61
L-lisina <i>L-Lysine</i>	0,14	0,14	0,14	0,14	0,16
Sal comum <i>Salt</i>	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Premix vit./mineral ¹ <i>Vitamin and mineral mix</i>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloreto de colina <i>Choline chloride</i>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Aditivos ² <i>Additive</i>	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Caulin	2,20	2,38	3,08	4,51	0,80
Nutrientes calculados <i>Calculated nutrients</i>					
PB (%) <i>(CP)</i>	12,90	12,84	12,80	12,84	13,18
EM (kcal/kg) <i>ME</i>	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300
Ca %	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
P disponível (%) <i>Available P</i>	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Met + cis (%) <i>Met+cys</i>	0,47	0,47	0,47	0,46	0,48
Met + cis dig (%) <i>Digestible Met+cys</i>	0,42	0,42	0,42	0,41	0,43
Lisina (%) <i>Lysine</i>	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Lisina digestível (%) <i>Digestible lysine</i>	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Treonina (%) <i>Threonine</i>	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Treonina digestível (%) <i>Digestible threonine</i>	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43

¹ Premix vitamínico/kg de ração (*Vitamin mix/kg feed*): vit. A - 6.000 UI; vit. D₃ - 1.500 UI; vit. E - 15 UI; vit. K₃ - 1,5 mg; vit. B₁ - 1,35 mg; vit. B₂ - 4,0 mg; vit. B₆ - 2,0 mg; vit. B₁₂ - 0,020 mg; ácido nicotínico (*nicotinic acid*) - 20 mg; ácido pantotênico (*pantothenic acid*) - 9,35 mg; biotina (*biotin*) - 0,08; ácido fólico (*folic acid*) - 0,60 mg; Se - 0,30 mg. Premix mineral/kg de ração (*Mineral mix/kg feed*): I - 1,5 mg; Co - 1,0 mg; Cu - 10,0 mg; Zn - 100 mg; Fe - 100 mg; Mn - 40 mg.

² Aditivos (*additives*): BHT - 0,02%; aluminossilicato (*Aluminum silicate*) - 0,30%; espiramicina (*spiramicin*) - 0,03%; e salinomicina (*salinomycin*) - 0,02%.

foram medidas em ultra-som com aparelho Hennessy (HGP 4 – Hennessy Grade Probe 4) na posição P₂, a 65 mm do bordo do corte na meia-carcaça esquerda na posição da última costela. O percentual de carne na carcaça foi determinado segundo metodologia descrita pela agroindústria onde foi realizado o abate.

A avaliação econômica da utilização de cada tipo de soja utilizado foi realizada considerando os seguintes componentes: a) custo da alimentação dos animais no período total (CUSTORA, R\$), obtido para cada dieta por meio do somatório dos consumos de ração em cada fase multiplicados pelos respectivos preços da ração em cada fase; b) índice de bonificação (BONIFICA), que representa um fator de acréscimo ao valor unitário pago por kg de suíno abatido considerando a qualidade (porcentagem de carne) e o peso da carcaça; c) valor total pago por animal ao final do experimento (VALOR, R\$), obtido multiplicando-se o peso do suíno pelos índices de bonificação e pelo preço base por kg do suíno vivo; d) margem bruta ou saldo entre a remuneração recebida por suíno abatido subtraída dos custos de produção considerados como o preço do leitão multiplicado pelo seu peso ao início do experimento e a despesa com a alimentação (CUSTORA, R\$); e e) custo da alimentação por kg de suíno terminado, cujo valor é gerado pela relação entre o custo da alimentação dos animais no período total (R\$) e o ganho de peso dos suínos no período experimental (kg). A margem bruta foi calculada para o custo do leitão utilizando-se o coeficiente 1,00 (MBRUTA - 1,00, R\$) e 1,70 (MBRUTA - 1,70, R\$) como índices pagos pelo leitão ao início do experimento, o que representa as circunstâncias em que o leitão é produzido na granja (ciclo completo) ou é adquirido no mercado (unidades de terminação de suínos). Os valores foram calculados com base nos preços do mercado de grãos e de suínos na região oeste de Santa Catarina praticados no mês de junho de 2002.

Os resultados foram analisados pelo procedimento GLM do SAS (2001) e considerando no modelo principal os efeitos de bloco, sexo e dietas. Foram empregadas técnicas de análise multivariada e univariada.

Resultados e Discussão

O peso dos animais, o ganho de peso diário, o consumo diário de ração, a conversão alimentar e o ganho de peso diário ajustado para o correspondente consumo de ração nas fases de crescimento e terminação e no período total não diferiram significativamente ($P>0,05$) entre os tipos de processamento da soja e entre os sexos (Tabela 4). Na Tabela 4, cada média é representativa de 12 observações

Tabela 4 - Peso inicial (Peso 1, kg), peso aos 46 dias (Peso46, mudança de fase), peso final (Peso91), ganho de peso diário (GPD, g/d), consumo diário de ração diário (CDR, g/d), conversão alimentar (CA, g/g), e o ganho de peso diário ajustado para o correspondente consumo de ração diário (GPDaju, g/d) aos 46 e aos 91 dias de experimento

Table 4 - Initial weight (Weight 1, kg), weight at 46 days (Weight 46, change of phase), final weight (Weight 91), daily weight gain (DWG, g/d), daily feed intake (DFI, g/d), feed conversion (FC, g/g) and adjusted daily weight gain (DWGajust, g/d) at 46 and at 91 days

Característica de desempenho Performance characteristic	Dieta Diet					Valor de P P value
	Soja (Soybean)					
	1	2	3	4	5	
Peso1, kg (Weight 1)	24,98 ± 2,54	24,89 ± 2,82	24,88 ± 2,75	25,00 ± 2,60	25,02 ± 2,64	1,00
Peso46, kg (Weight 46)	60,83 ± 4,93	59,96 ± 4,45	62,74 ± 5,57	62,63 ± 5,35	60,93 ± 6,19	0,33
Peso 91, kg (Weight 91)	105,3 ± 6,85	103,5 ± 6,03	108,5 ± 7,83	105,1 ± 7,04	105,6 ± 8,74	0,35
GPD1 46, g/d (DWG1 46)	779 ± 75	762 ± 57	823 ± 102	818 ± 86	781 ± 108	0,31
GPDajus, 1-46, g/d (DWGajust, 1-46)	785 ± 55	773 ± 56	787 ± 58	807 ± 56	800 ± 56	0,59
GPD 46-91, g/d (DWG 46-91)	988 ± 99	968 ± 94	1.018 ± 112	943 ± 95	943 ± 95	0,40
GPDajus, 46-91, g/d (DWGajust, 46-91)	997 ± 66	987 ± 67	989 ± 68	931 ± 67	995 ± 66	0,10
GPD1-91, g/dia (DWG1-91)	883 ± 62	864 ± 53	919 ± 89	880 ± 73	886 ± 100	0,35
GPDajus, 1-91, g/d (DWGajust, 1-91)	889 ± 44	877 ± 45	891 ± 46	870 ± 44	895 ± 44	0,61
CRD1-46, g/d (DFI 1-46)	1.939 ± 244	1.919 ± 196	2.079 ± 271	2.001 ± 218	1.884 ± 245	0,22
CRD46-91, g/d (DFI 46-91)	2.844 ± 265	2.799 ± 318	2.973 ± 399	2.927 ± 249	2.867 ± 452	0,46
CRD1-91, g/d (DFI 1-91)	2.387 ± 175	2.354 ± 202	2.521 ± 302	2.459 ± 170	2.370 ± 289	0,16
CA1-46 (FC 1-46)	2,49 ± 0,22	2,52 ± 0,22	2,54 ± 0,30	2,46 ± 0,25	2,42 ± 0,17	0,54
CA46-91 (FC 46-91)	2,89 ± 0,25	2,89 ± 0,18	2,92 ± 0,21	3,11 ± 0,21	2,90 ± 0,23	0,06
CA1-91 (FC 1-91)	2,71 ± 0,19	2,72 ± 0,15	2,74 ± 0,18	2,80 ± 0,19	2,68 ± 0,15	0,38

por tratamento (seis repetições para fêmeas e seis para castrados). Os valores observados para as características de desempenho dos animais neste experimento foram superiores aos obtidos em condições comerciais para animais desse grupamento genético nesta faixa de peso.

Li et al. (1990) afirmaram que o uso do farelo de soja ou da soja processada de forma adequada em dietas para suínos em crescimento e terminação depende da disponibilidade de cada produto e do fator econômico envolvido, uma vez que o desempenho de suínos é sempre semelhante entre os diferentes produtos. Zollitsch et al. (1993), ao compararem diferentes processamentos, também não detectaram diferença no desempenho de suínos nas fases de crescimento e terminação alimentados com dietas contendo 30% de soja integral. Marty et al. (1994) avaliaram dietas com soja processada (extrusada, micronizada, tostada e expandida) para suínos com 36 kg. Esses autores não verificaram diferenças significativas no desempenho em níveis idênticos de inclusão de soja processada, embora numericamente os resultados tenham comprovado vantagem do processamento via extrusão. De Schutter & Morris (1990) também relataram que, sob ganho de peso idêntico, os benefícios com o uso de soja processada são maiores quando o processamento é via extrusão em comparação à tostagem, pois menor consumo diário de ração corresponde a melhor conversão alimentar.

Não foram detectadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as médias do peso da carcaça quente (PCQ), do

rendimento de carcaça (RC), da espessura de toucinho (ET) e da profundidade de lombo (PL) atribuídas às dietas (Tabela 5). No entanto, a porcentagem de carne (PC) dos animais alimentados com a dieta com soja desativada por aquecimento por perdas dielétricas após a umidificação dos grãos e passagem por uma câmara com microondas (soja 2) foi maior ($P < 0,05$) que a dos animais alimentados com as dietas com soja desativada em reator por aquecimento a vapor e sobre pressão (soja 3).

A diferença entre a porcentagem estimada de carne obtida entre as dietas soja 2 e soja 3 pode ser atribuída ao consumo diário de ração na fase final, que foi 5,82% menor nos animais alimentados com a dieta soja 2. Este fato contribuiu para que esses animais apresentassem baixo valor absoluto para espessura de toucinho.

Apesar de a maioria das diferenças nas características de carcaça observadas entre as dietas não terem sido significativas, pelo cálculo do índice de bonificação (IB) verificou-se que a soja desativada por aquecimento por perdas dielétricas após a umidificação dos grãos e passagem por uma câmara com microondas (soja 2) e a soja desativada por extrusão a seco com prensagem para retirada de parte do óleo (soja 5) promoveram as carcaças com maior índice (Tabela 6).

Os resultados da análise econômica, em especial a margem bruta e o custo com a alimentação por kg de ganho de peso, apontaram a soja desativada por extrusão a seco com prensagem (soja 5) como a que proporcionou melhor

Tabela 5 - Peso de carcaça quente (Carcaça, kg), rendimento de carcaça (RC, %), espessura de toucinho (ET, mm), profundidade de lombo (PL, mm) e porcentagem de carne (% de carne) dos animais alimentados com as dietas experimentais¹

Table 5 - Hot carcass weight (Carcass, kg), carcass yield (CY, %), backfat thickness (BT, mm), loin depth (LD, mm) and meat percentage (MP) of animals fed experimental diets

Característica de carcaça Carcass characteristics	Dieta Diet					Valor de P P value
	Soja (Soybean)					
	1	2	3	4	5	
Carcaça, kg (Carcass, kg)	76,55 ± 5,18	75,51 ± 4,51	79,04 ± 5,41	77,24 ± 5,54	77,15 ± 6,43	0,70
RC, % (CY, %)	72,69 ± 1,28	72,96 ± 1,36	72,85 ± 1,38	73,51 ± 1,31	73,08 ± 1,92	0,71
ET, mm (BT, mm)	19,13 ± 4,56	16,97 ± 2,88	21,40 ± 3,81	20,87 ± 5,32	17,87 ± 4,63	0,06
PL, mm (LD, mm)	56,00 ± 2,09	56,33 ± 2,06	56,80 ± 1,93	56,33 ± 2,06	56,67 ± 1,97	0,70
% de carne (MP)	55,71 ± 3,10ab	57,40 ± 2,03a	54,30 ± 2,47b	54,56 ± 3,52ab	6,99 ± 3,37ab	0,04

¹ Médias de tratamentos com letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

¹ Treatment means in the same row followed by different letters are different (P<0.05) by Tukey test.

Tabela 6 - Custo de alimentação (CUSTORA, R\$), índice de bonificação (BONIFICA), valor pago por animal ao final do experimento (VALOR, R\$), margem bruta usando o coeficiente 1,00 (MBRUTA-1,00, R\$) e 1,70 (MBRUTA-1,70, R\$) como índices pagos por leitão ao início do experimento e custo com a alimentação por kg de ganho de peso (CUSTO/KGGP, R\$/kg)

Table 6 - Feeding cost (FC, R\$), bonus index (BI), value paid per each animal at the end of the experiment (VALUE, R\$), gross margin using coefficients 1,00 (GI-1,00, R\$) and 1,70 (GI-1,70, R\$) as payment index per piglet at the beginning of the experiment and feeding cost per unit of weight gain (FCUWG)

Item	Dieta Diet					Valor de P P value
	Soja (Soybean)					
	1	2	3	4	5	
CUSTORA, R\$ (FC)	87,86 ± 6,47	86,54 ± 7,37	92,11 ± 11,01	89,35 ± 6,20	87,83 ± 10,59	0,30
BONIFICA (BI)	1,09 ± 0,04ab	1,11 ± 0,02a	1,08 ± 0,03b	1,08 ± 0,04b	1,11 ± 0,04a	0,02
VALOR, R\$ (VALUE)	93,56 ± 6,55	93,89 ± 5,05	95,35 ± 6,84	93,24 ± 6,37	95,58 ± 7,00	0,71
MBRUTA-1,00, R\$ (GI-1,00)	-22,28 ± 7,06	-20,53 ± 5,38	-24,63 ± 6,75	-24,11 ± 6,44	-20,27 ± 5,88	0,18
MBRUTA-1,70, R\$ (GI-1,70)	-41,87 ± 6,90	-40,04 ± 6,49	-44,13 ± 7,05	-43,72 ± 7,10	-39,88 ± 6,22	0,20
CUSTO/KGGP, R\$/kg (FCUWG)	1,099 ± 0,077	1,096 ± 0,061	1,100 ± 0,072	1,180 ± 0,076	1,091 ± 0,061	0,13

¹ Médias de tratamentos com letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

¹ Treatment means in the same row followed by different letters are different (P<0.05) by Tukey test.

resultado econômico, seguida pela soja desativada por aquecimento por perdas dielétricas após umidificação dos grãos e passagem por uma câmara com microondas (soja 2).

Ressalta-se a diferença de aproximadamente 7,1% no consumo de ração (2354 g × 2521 g, respectivamente) entre os animais alimentados com a soja desativada por aquecimento por perdas dielétricas após a umidificação dos grãos e passagem por câmara com microondas (soja 2) e a soja desativada em reator por aquecimento a vapor e sobre pressão (soja 3). Embora não tenha sido observada diferença significativa (P>0,05), o maior consumo com a soja desativada em reator por aquecimento a vapor e sobre pressão (soja 3) proporcionou maior peso final, correspondente a uma diferença não-significativa de 4,8% (108,5 × 103,5 kg, respectivamente para as soja 3 e 2). O maior peso final condicionou menor porcentagem estimada de carne na carcaça, que resultou, relativamente, em uma diferença significativa de 5,7% entre essas duas dietas (P<0,05). Esse efeito pode ser atribuído à diferença no consumo de ração,

uma vez que as dietas isonutricionais foram calculadas de forma adequada, com base nos seus reais valores de nutrientes digestíveis. No entanto, mesmo na condição de dietas isonutricionais com base em nutrientes digestíveis, verificou-se que, em termos absolutos, o melhor resultado econômico foi obtido com a soja desativada por extrusão a seco com prensagem para retirada de parte do óleo (soja 5), embora não tenha sido observada diferença significativa. Além disso, essa dieta promoveu, em valores absolutos, a melhor conversão alimentar.

Conclusões

Entre os tipos de processamento estudados, a desativação da soja por extrusão a seco com prensagem para retirada de parte do óleo proporciona aos animais resposta positiva semelhante à dos demais tipos de processamento da soja integral, porém, com melhor resultado econômico.

Literatura Citada

- ARABA, M.; DALE, N.M. Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing of soybean meal. **Poultry Science**, v.69, n.8, p.76-82, 1990a.
- ARABA, M.; DALE, N.M. Evaluation of protein solubility as an indicator of underprocessing of soybean meal. **Poultry Science**, v.69, n.8, p.1749-1752, 1990b.
- BELLAVER, C. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.183-199.
- CAFE, M.B.; SAKOMURA, N.K.; JUNQUEIRA, O.M. et al. Determinação do valor nutricional das sojas integrais processadas para aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n.1, p.67-74, 2000.
- CANZIANI, J.; GUIMARÃES, V. Cadeias produtivas de grandes lavouras (algodão, trigo, milho, soja, cana, mandioca, feijão e café). In: CURSO DE AGRONEGÓCIO, 2002, Francisco Beltrão. **Apostila...** Francisco Beltrão: 2002. 145p.
- DE SCHUTTER, A.C.; MORRIS, J.R. Soybeans: full fat. In: TACKER, P.D.; KIRKWOOD, R.N. (Eds.) **Non traditional feed sources in swine production**. New York: Butterworths Publishers, 1990. p.439-451.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2005**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: Fundação Meridional, 2004. 239p.
- LI, F.D.; NELSSSEN, J.L.; REDDY, P.G. et al. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science**, v.68, n.6, p.1790-1799, 1990.
- LIMA, G.J.M.M. Importância e qualidade nutricional da soja e de seus subprodutos no mercado de rações: situação atual e perspectivas futuras. Fórum sobre uso da soja na alimentação animal e qualidade do grão para a indústria. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.165-175.
- MARTY, B.J.; CHAVEZ, E.R.; DE LANGE, C.F.M. Recovery of amino acids at the distal ileum for determining apparent and true ileal amino acid digestibilities in growing pigs fed various heat-processed full-fat soybean products. **Journal of Animal Science**, v.72, n.10, 2029-2037, 1994.
- MENDES, W.S.; SILVA, I.J.; FONTES, D.O. et al. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.2, p.207-213, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutritional requirements of swine**. 10.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1998. 189p.
- RACKIS, J.J.; WOLF, W.J.; BAKER, E.C. Protease inhibitors in plant foods: content and inactivation. In: FRIEDMAN, M. (Ed.). **Nutritional and toxicological significance of enzyme inhibitors in food**. New York: Plenum Publishing, 1986. p.216-220.
- RHEE, K.C. Processing technology to improve soy utilization. In: DRACKLEY, J.K. (Ed.) **Soy in animal nutrition**. Savoy: Federation of Animal Science Societies, 2000. p.46-55.
- SAID, N. Introduction to dry extrusion, full fat soybean processing. In: **Practical Short Course Manual on Feeds and Pet Food Extrusion**. College Station: Texas A&M University, 1999. p.1-44.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **System for Microsoft Windows**. Release 8.2. Cary: 1999-2001. (CD-ROM).
- VOHRA, P.; KRATZER, F.H. Evaluation of soybean meal determines adequacy of heat treatment. **Feedstuffs**, v.63, p.22-28, 1991.
- ZOLLITSCH, W.; WETSCHEREK, W.; LETTNER, F. Use of differently processed full-fat soybeans in a diet for pig fattening. **Animal Feed Science Technology**, v.1, n.2, p.237-246, 1993.

Recebido: 6/6/2005
Aprovado: 16/4/2007