

Proteínas da Soja Processadas de Diferentes Modos em Dietas para Desmame de Leitões

Teresinha Marisa Bertol¹, Nelson Mores², Jorge Vítor Ludke³, Márcia Regina Franke⁴

RESUMO - Foi realizado um experimento para avaliar a substituição parcial do farelo de soja (FS) por outros subprodutos da soja obtidos por intermédio de diferentes tipos de processamento, bem como comparar estes subprodutos entre si, como fonte protéica na dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade. Com este objetivo foram comparados quatro tratamentos: T1 - dieta controle, com FS como única fonte protéica; T2, T3 e T4 - 50% do FS da dieta controle foi substituído por soja integral extrusada (SIE), proteína texturizada de soja (PTS) e proteína concentrada de soja (PCS), respectivamente. As dietas foram isocalóricas, isolisínicas, contendo o mesmo nível de produtos lácteos e fornecidas do dia do desmame até 14 dias após. A substituição parcial do FS por qualquer um dos subprodutos avaliados melhorou o ganho de peso diário (GPD), o consumo diário de ração (CRD) e a conversão alimentar (CA) no período de fornecimento das dietas. No período total da creche, a substituição parcial do FS proporcionou melhoria no GPD e CRD, mas a CA não foi afetada. A incidência de diarreia e a morfologia da mucosa intestinal não foram influenciadas pelos diferentes subprodutos da soja. A substituição de 50% do FS da dieta de desmame pela SIE, PTS ou PCS proporcionou melhor desempenho, com ganhos adicionais de 1 a 2 kg a mais por leitão no final da fase de creche. A SIE, PTS e PCS não apresentam diferenças entre si como substitutos parciais do FS na dieta de leitões desmamados com 21 dias de idade.

Palavras-chave: desempenho, farelo de soja, morfologia intestinal, proteína concentrada de soja, proteína texturizada de soja, soja integral extrusada

Soybean Proteins Processed by Different Forms in Diets for Weaned Piglets

ABSTRACT - One experiment was carried out to evaluate the partial substitution of soybean meal (FS) by others byproducts from soybean, obtained by different kinds of processing, as well as to compare these byproducts among themselves, as a protein source in the diets for piglets weaned at 21 days of age. With this aim, four treatments were compared: T1 - control diet, in which soybean meal was the only protein source; T2, T3 and T4 - 50% of the FS from control diet was substituted by full-fat extruded soybeans (SIE), texturized soybean protein (PTS) and concentrated soybean protein (PCS), respectively. Diets fed during 14 days post-weaning were isocaloric, isolisinic and containing the same level of dairy products, and they were fed from the weaning time up to 14 days after. Partial substitution of FS by whatever evaluated byproducts improved the average daily gains (GPD), average daily intake (CRD) and feed: gain (CA) in the feeding period of the diets. In the total nursery period, partial substitution of FS improved GPD and CRD, however CA was not affected. Incidence of diarrhea and intestinal mucous morphology were not affected by the different soybean byproducts. Substitution of 50% of FS by SIE, PTS or PCS in the weaning diet, promoted better performance, with additional 1 to 2 kg of body weight gains per piglet at the end of the nursery phase. Utilization of SIE, PTS and PCS as partial substitute of FS provided a similar response in the performance of piglets weaned at 21 days of age.

Key Words: concentrated soybean protein, full-fat extruded soybeans, intestinal morphology, performance, soybean meal, texturized soybean protein

Introdução

As dietas para desmame precoce têm sido objeto de estudo de muitos pesquisadores da área de nutrição de suínos, devido ao baixo consumo e à reduzida capacidade dos leitões de digerir e absorver os nutrientes provenientes de dietas fareladas nesta fase. Muitos ingredientes têm sido estudados com o obje-

tivo de estimular o consumo, melhorar a digestibilidade das dietas e reduzir o nível de alterações na morfologia da mucosa intestinal após o desmame.

O farelo de soja (FS), principal fonte de proteína utilizada nas rações de suínos, apresenta alguns inconvenientes na alimentação de leitões em idade precoce, relacionados com a baixa digestibilidade e a presença das proteínas antigênicas glicinina e

¹ Zoot., M.Sc., Embrapa Suínos e Aves, Cx. Postal 21, 89700-000, Concórdia-SC. E.mail: tbertol@cnpsa.embrapa.br

² Med. Vet., M.Sc., Embrapa Suínos e Aves. E.mail: mores@cnpsa.embrapa.br

³ Eng^o-Agr^o, M.Sc., Embrapa Suínos e Aves. E.mail: jorge@cnpsa.embrapa.br

⁴ Med. Vet., Ceval Alimentos, Dourados, MS.

β -conglucina, que provocam reações de hipersensibilidade transitória na mucosa intestinal (MILLER et al., 1984a) e podem atuar como fator pré-disponente ao desenvolvimento de enterites por *Escherichia coli* após o desmame (MILLER et al., 1994b). A reação de hipersensibilidade às proteínas da soja pode provocar alterações na morfologia da mucosa intestinal, com encurtamento das vilosidades e aumento da profundidade da cripta, em consequência de aumento da taxa de mitose e de migração dos enterócitos para as vilosidades (DUSNFORD et al., 1989; LI et al., 1990; LI et al., 1991a; LI et al., 1991b). Em decorrência disso, verifica-se redução do número de enterócitos maduros nas vilosidades e, portanto, redução da capacidade digestiva e absorptiva no intestino. Dessa forma, estas alterações na mucosa intestinal podem interferir no aproveitamento do alimento, e, por consequência, na taxa de crescimento dos leitões após o desmame. LI et al. (1991b) observaram que há correlação entre taxa de crescimento e altura das vilosidades em leitões após o desmame.

Os subprodutos processados da soja têm sido estudados como alternativas de fonte protéica em substituição parcial ao farelo de soja (FS) nas dietas de leitões recém-desmamados (BERTOL et al., 1997 a, b; MOREIRA et al., 1993; MOREIRA et al., 1994). Entre estes produtos, destacam-se a proteína texturizada de soja (PTS), a proteína concentrada de soja (PCS) e a soja integral extrusada (SIE). A PTS tem sido obtida da soja descascada, desengordurada via solvente e processada por extrusão úmida. Para obtenção da PCS, a soja é floculada e o floco descascado e desengordurado é lavado com etanol para retirada dos açúcares solúveis e, após, submetido ao processamento por calor, por intermédio de discos metálicos aquecidos. A SIE é obtida pelo processo de extrusão em extrusor. A extrusão dos subprodutos da soja melhora a digestibilidade do nitrogênio, reduz a concentração dos inibidores da tripsina e diminui as propriedades antigênicas destes subprodutos, resultando em melhor digestibilidade e redução do potencial para resposta imune às proteínas da soja (FRIESEN et al., 1992; FRIESEN et al., 1993; PARTRIDGE e GILL, 1993).

Em um trabalho realizado anteriormente, a digestibilidade da energia da PTS e da PCS mostrou-se superior à do FS com 44,5 ou com 46,5% de proteína bruta, enquanto a digestibilidade da energia da SIE foi inferior à do FS (BERTOL e LUDKE, 1999). No entanto, pouco se conhece sobre a digestibilidade dos aminoácidos e de outros constituintes destes

subprodutos da soja e, portanto, sobre o resultado de sua utilização em uma dieta prática para desmame de leitões. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a substituição parcial do farelo de soja (FS) por outros subprodutos da soja obtidos por diferentes tipos de processamento, bem como comparar estes subprodutos entre si, como fonte protéica na dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade.

Material e Métodos

Foi avaliada a substituição de 50% do FS da dieta de desmame por SIE, PTS e PCS, em um experimento com quatro tratamentos: T1 - Dieta controle com FS como única fonte protéica (32,53% de FS); T2, T3 e T4 - 50% do FS da dieta controle foi substituído por SIE, PTS e PCS, respectivamente. As quatro dietas-teste foram fornecidas por 14 dias após o desmame, sendo que no período subsequente foi fornecida uma única dieta inicial a todos os leitões durante 21 dias.

Foram utilizados 128 leitões, em dois grupos de desmame com diferença de 14 dias entre ambos, com idade média de $20,9 \pm 1,04$ e $20,7 \pm 0,95$ dias, distribuídos em número de quatro do mesmo sexo por baía, totalizando quatro baias de machos e quatro de fêmeas por tratamento. Dentro de cada grupo, os leitões foram distribuídos de acordo com o sexo e o peso inicial. Cada grupo foi alojado em uma sala diferente. A fase experimental de campo foi desenvolvida nas instalações experimentais do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves da Embrapa em Concórdia, SC.

Os valores de energia metabolizável (EM) dos ingredientes utilizados para formulação das dietas foram de 3261, 3245, 3819, 3778, 3740, 3112, 3184 e 8548 kcal/kg para o milho, FS, SIE, PTS, PCS, soro de leite em pó, lactose e óleo bruto de soja, respectivamente, obtidos em um experimento prévio (BERTOL e LUDKE, 1999). Os valores de proteína bruta, aminoácidos totais, cálcio e fósforo dos ingredientes utilizados para formulação foram determinados no Laboratório de Nutrição Animal do CNPSA/Embrapa. As dietas-teste foram isocalóricas e continham também os mesmos níveis de soro de leite em pó, lactose suplementar, lactose total, Ca, P disponível, lisina total e metionina total. A dieta inicial continha 10% de soro de leite em pó. A composição centesimal das dietas experimentais está apresentada na Tabela 1.

Foi determinado o índice de urease e solubilidade protéica do FS, SIE, PTS e PCS no Laboratório de Nutrição Animal do CNPSA/Embrapa.

Tabela 1 - Composição centesimal e composição calculada das dietas experimentais

Table 1 - Percentage composition and calculated composition of the experimental diets

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Tratamentos <i>Treatments</i>				Ração inicial <i>Starter diet</i>
	FS	FS-SIE	FS-PTS	FS-PCS	
Milho <i>Corn</i>	41,707	38,115	41,233	43,246	53,009
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	32,526	16,260	16,260	16,260	30,949
SIE	-	22,395	-	-	-
PTS	-	-	14,391	-	-
PCS	-	-	12,782	-	-
Soro leite em pó <i>Dried whey</i>	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Lactose	7,000	7,000	7,000	7,000	-
Óleo bruto soja <i>Crude soybean oil</i>	4,099	1,639	4,099	4,099	2,410
Calcário <i>Limestone</i>	0,529	0,553	0,507	0,511	0,816
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	2,107	2,041	2,073	2,094	1,306
Sal <i>Salt</i>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,200
L-lisina 78,5% <i>L-lysine</i>	0,341	0,319	0,327	0,333	-
DL-metionina 99% <i>DL-methionine</i>	0,180	0,183	0,192	0,188	-
L-treonina <i>L-threonine</i>	0,061	0,045	0,015	0,014	-
Promotor crescimento ¹ <i>Growth promoter</i>	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Cloreto de colina 60% <i>Choline chloride</i>	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
MVM	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Antioxidante <i>Antioxidant</i>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,010
Material inerte <i>Inert material</i>	-	-	2,453	2,023	-
Composição calculada <i>Calculated composition</i>					
Lactose	14,0	14,0	14,0	14,0	7,0
Extrato etéreo <i>Ether extract</i>	6,83	8,12	6,16	6,26	5,52
PB (CP), %	19,64	19,97	19,83	20,38	19,77
EM (ME), kcal/kg	3300	3300	3300	3300	3250
Ca (%)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,80
P total (%) <i>Total P</i>	0,776	0,786	0,788	0,783	0,65
Lisina (%) <i>Lysine</i>	1,450	1,450	1,450	1,450	1,15
Metionina (%) <i>Methionine</i>	0,499	0,490	0,500	0,498	0,316
Metionina+cistina (%) <i>Methionin+cisteine</i>	0,828	0,828	0,828	0,828	0,656
Treonina (%) <i>Threonine</i>	0,87	0,87	0,87	0,87	0,818

¹ Premix promotor de crescimento à base de óxido de zinco (380.000 mg/kg).¹ *Growth promoter mix based in zinc oxide (380,000 mg/kg).*SIE= soja integral extrusada (*full-fat extruded soybean*), PTS= proteína texturizada de soja (*texturized soybean protein*), PCS= proteína concentrada de soja (*concentrated soybean protein*), MVM= mistura vitamínica e mineral (*vitamin and mineral mix*).Cada kg de ração continha (*provided per kg of diet*): 165 UI vit. A, 42 UI, vit. D₃, 1200 mg, vit. E, 90 mg, vit K, 33 mg, tiamina (*thiamin*), 88 mg riboflavina (*riboflavin*), 44 mg piridoxina (*pyridoxine*), 440 mg, vit. B₁₂, 510 mg, niacina (*niacin*), 270 mg, ac. pantotênico (*pantothenic acid*), 16 mg ac. fólico (*folic acid*), 3 mg biotina (*biotin*), 6 ppm Se, 1998 mg Fe, 2499 mg Cu, 612 mg Mn, 1539 mg Zn e 17 mg I.

No décimo primeiro dia do experimento, foram abatidos 16 leitões (mais próximo do peso médio da baía), para coleta de quatro segmentos do intestino delgado: um fragmento do duodeno (50 cm posterior ao piloro), dois do jejuno (o primeiro a 2 m e o segundo a 4 m posterior ao local de coleta no duodeno, respectivamente) e um do íleo (1 m anterior à válvula ileo-cecal). Em cada fragmento, foram medidas a altura total da mucosa (AM), a altura das vilosidades (AV) e a profundidade da cripta (PC).

Os fragmentos de intestino foram coletados e processados da seguinte forma: foram amarradas as extremidades de cerca de 5 cm de cada porção do intestino e introduzidos 10 mL do fixador (formalina 10% tamponada) no lúmen de cada fragmento. Em seguida, os fragmentos foram separados do restante do intestino e submergidos no mesmo fixador por 48 horas. Posteriormente, foram processados fragmentos transversais, com cerca de 2 mm, pelo método de inclusão em parafina, e feitas três lâminas de cada fragmento em micrótomo rotativo, com 5 micras de espessura, as quais foram coradas pelo método da hematoxilina-eosina (Luna, 1968) e examinadas em microscópio óptico. A altura das criptas e vilosidades (íntegras e bem orientadas) foi medida em três vilosidades e três criptas de cada lâmina, totalizando nove medidas em cada fragmento e 36 medidas em cada animal abatido. As medidas foram feitas usando-se microscópio óptico Carl Zeiss Jena (Jeneval), com objetiva 3,2X, equipada com retículo (régua) previamente calibrado para medidas em micras.

Foi feita também avaliação diária nos primeiros 15 dias do experimento, com relação à presença ou não de diarreia, por meio do seguinte escore: 0 - fezes normais, 1 - fezes pastosas, 2 - fezes entre líquidas e pastosas e 3 - fezes líquidas. Foi considerado com diarreia o animal que apresentou escore 2 ou 3 por um ou mais dias.

Os dados de desempenho foram submetidos à análise de variância, pelo procedimento GLM (SAS, 1996), incluindo-se a sala (ou grupo), o sexo, bloco (peso inicial) e tratamento como fontes de variação, de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y = \mu + L_i + B_j + S_k + T_l + (ST)_{kl} + e_{ijklm}$$

em que Y_{ijklm} é observação de uma variável dependente na sala i , bloco j , sexo k , tratamento l , repetição m ; μ , média geral; L_i , efeito de sala ($i=1,2$); B_j , efeito de bloco (peso inicial, $i=1, 2$); S_k , efeito de sexo ($j=1,2$); T_l , efeito de tratamento ($k=1,2,3,4$); $(ST)_{kl}$, interação entre sexo e tratamento; e_{ijklm} , erro aleatório associado a cada observação.

Para os dados de peso médio aos 14 dias do experimento (PM14), peso médio aos 28 dias (PM28) e peso médio aos 35 dias (PM35), foi incluído também no modelo matemático o peso médio inicial (PMI) como covariável. O ganho de peso diário (GPD) de cada fase foi analisado também utilizando-se o consumo de ração diário (CRD), como covariável, obtendo-se o GPD ajustado pelo CRD (GPDA), o qual representa a eficiência alimentar. Para os dados de AM, AV e PCR, foram feitas as médias das 36 medidas em cada animal, as quais foram submetidas à análise estatística, incluindo-se somente sexo e tratamento no modelo. O teste t foi utilizado para comparação das médias. Os dados de diarreia foram submetidos à análise de Qui-quadrado de Pearson (SAS, 1996).

Resultados e Discussão

Foram obtidos valores de índice de atividade ureática e solubilidade protéica em KOH de 0,16 e 64,04; 0,02 e 81,61; 0,05 e 82,94; 0,03 e 46,06 para FS, SIE, PTS e PCS, respectivamente. Os resultados de índice de atividade ureática indicam que o processamento foi suficiente para desativação dos inibidores da tripsina em todos os subprodutos da soja avaliados. Entretanto, foi observada baixa solubilidade de protéica em KOH para o FS e a PCS, o que indica possível superaquecimento destes produtos durante o processamento.

A substituição de 50% do FS pela SIE, PTS ou PCS, na fase de 0 a 14 dias após o desmame, proporcionou aumento no ganho diário de peso (GPD, $P<0,07$) e no peso médio aos 14 dias do experimento (PM14, $P<0,08$) e melhoria na conversão alimentar (CA, $P<0,009$, Tabela 2). O consumo diário de ração (CRD) foi aumentado ($P<0,07$) com a substituição parcial do FS pela PTS e PCS. De todas as dietas, a que proporcionou maior CRD foi aquela em que a PTS substituiu parcialmente o FS, a qual foi superior também à dieta FS-SIE. O aumento no CRD de 0 a 14 dias, proporcionado pela dieta FS-PTS, não se traduziu totalmente em acréscimo do GPD, o que provocou ligeiro aumento na CA, em comparação às dietas FS-SIE e FS-PCS. Dessa forma, a eficiência alimentar, dada pelo GPD ajustado por covariável para mesmo consumo de ração (GPDA), foi maior ($P<0,008$) para as dietas FS-SIE e FS-PCS.

No período de 15 a 35 dias após o desmame, houve efeito residual das dietas da fase anterior sobre o desempenho. Os leitões da dieta com FS-PCS apresentaram maior ($P<0,10$) GPD em comparação

Tabela 2 - Resultados de desempenho dos leitões de acordo com o tratamento

Table 2 - Performance results of piglets according to the treatment

Variáveis ¹ Criteria ¹	Tratamentos Treatments				CV	Teste F F test
	FS	FS + SIE	FS + PTS	FS + PCS		
0-14 dias após o desmame 0-14 days post-weaning						
PMI, kg	8,08	7,99	8,06	8,07	5,56	
GPD, g	163 ^a	211 ^b	217 ^b	220 ^b	20,52	P<0,07
CRD, g	314 ^c	341 ^{bc}	387 ^a	358 ^{ab}	14,02	P<0,07
CA	2,07 ^a	1,63 ^b	1,79 ^b	1,68 ^b	12,68	P<0,009
GPDA, g	191 ^b	217 ^a	187 ^b	213 ^a	8,21	P<0,008
PM14, kg	10,42 ^b	11,09 ^a	11,18 ^a	11,23 ^a	5,47	P<0,08
15-35 dias após o desmame 15-35 days post-weaning						
GPD, g	519 ^b	542 ^{ab}	536 ^b	579 ^a	7,96	P<0,10
CRD, g	922 ^c	992 ^{ab}	979 ^{bc}	1045 ^a	6,81	P<0,01
CA	1,79 ^b	1,87 ^a	1,85 ^{ab}	1,85 ^{ab}	4,88	P<0,07
GPDA, g	552	534	539	544	5,16	P<0,72
0-35 dias após o desmame 0-35 days post-weaning						
GPD, g	377 ^b	410 ^a	408 ^a	435 ^a	8,80	P<0,05
CRD, g	681 ^b	733 ^a	743 ^a	770 ^a	7,58	P<0,03
CA	1,81	1,81	1,83	1,81	3,55	P<0,85
GPDA, g	407	406	401	410	4,23	P<0,83
PM35, kg	21,27 ^b	22,28 ^{ab}	22,47 ^a	23,30 ^a	5,75	P<0,07

¹ Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem (P<0,10) pelo teste t.

¹ Means followed by different letters, within a row, are different (P<.10) by t test.

CV= coeficiente de variação (coefficient of variation), FS= farelo de soja (soybean meal), SIE= soja integral extrusada (full-fat extruded soybean), PTS= proteína texturizada de soja (texturized soybean protein), PCS= proteína concentrada de soja (concentrated soybean protein), PMI= peso médio inicial (start mean weight), GPD= ganho de peso diário (average daily gain), CRD= consumo de ração diário (average daily intake), CA= conversão alimentar (feed:gain ratio), GPDA= ganho de peso diário ajustado por covariância pelo CRD (average daily gain fitted for covariation by CRD), PM14 e PM35= peso médio aos 14 e aos 35 dias do experimento (mean weight at 14 and 35 days of experiment).

aos da dieta testemunha (FS) e da dieta com FS-PTS. O CRD foi aumentado (P<0,01) nos tratamentos FS-SIE e FS-PCS, sendo que os leitões da dieta FS-PCS também apresentaram CRD superior aos da dieta FS-PTS. Nesta fase, a CA foi pior (P<0,07) no tratamento com FS-SIE do que na dieta testemunha. No entanto, o GPDA foi semelhante entre todos os tratamentos, demonstrando que a eficiência alimentar foi semelhante entre todas as dietas.

No período total do experimento, a substituição parcial do FS pelos outros subprodutos da soja proporcionou aumento no GPD (P<0,05) e no CRD (P<0,03), sendo que estes foram semelhantes entre si. O peso médio aos 35 dias (PM35) foi aumentado significativamente (P<0,07) somente com a substituição parcial do FS pela PTS e PCS, com diferença de 1,2 kg entre as dietas FS e FS-PTS e de 2,0 kg entre as dietas FS e FS-PCS. Embora estatisticamente não-significativo, a dieta FS-SIE proporcionou 1,0 kg a mais por leitão no peso ao final da creche. A CA e

o GPDA não foram afetados com a substituição do FS pelas outras proteínas da soja.

A ocorrência de diarreia e o número de dias em que os leitões apresentaram diarreia foram muito baixos e não foram afetados pelos tratamentos (P=0,51, Tabela 3).

Altura da mucosa (AM), altura das vilosidades (AV) e profundidade da cripta (PCR) não foram afetadas pelos tratamentos, com exceção da AM do íleo e da PCR do duodeno (Tabela 4). A variável AM do íleo foi maior (P<0,06) nos leitões que receberam a dieta FS-PCS em relação às dietas FS-SIE e FS-PTS. A PCR do duodeno foi menor (P<0,05) nos leitões que receberam a dieta FS-SIE em relação às dietas FS-PTS e FS-PCS.

A melhora do desempenho obtida no período total da creche com a substituição parcial do FS por SIE ou PTS está de acordo com os resultados obtidos por BERTOL et al. (1997 a, b). Observa-se que a substituição parcial do FS por estes subprodutos da soja,

Tabela 3 - Número de leitões com diarreia e duração da diarreia nos leitões, de acordo com o tratamento
 Table 3 - Number of piglets with diarrhea and length of diarrhea in the piglets, according to treatment

Tratamentos <i>Treatments</i>	Nº total leitões <i>Total number of piglets</i>	Nº leitões com diarreia <i>Number of piglets with diarrhea</i>	Duração da diarreia (dias) <i>Length of diarrhea (days)</i>	
		1	2	
FS	28	4	3	1
FS-SIE	28	2	2	0
FS-PTS	28	4	4	0
FS-PCS	28	1	1	0

FS = farelo de soja (*soybean meal*), SIE= soja integral extrusada (*full-fat extruded soybean*), PTS = proteína texturizada de soja (*texturized soybean protein*), PCS = proteína concentrada de soja (*concentrated soybean protein*).

bem como pela PCS, promove aumento no CRD. Esta é a principal causa do acréscimo no GPD, já que a CA e o GPDA não foram afetados pelas dietas no período total da creche. Ao contrário, MOREIRA et al. (1993) não observaram alteração no desempenho com a substituição de 50% do FS da dieta por SIE. Por outro lado, a pior CA de 0 a 14 dias após o desmame nos leitões que receberam a dieta com FS, como única fonte protéica, pode ter sido causada pela baixa solubilidade protéica do FS, da mesma forma que o ocorrido no trabalho desenvolvido por MOREIRA et al. (1994), devido ao inadequado processamento da SIE. PARSONS et al. (1991) observaram que a solubilidade em KOH é indicador sensível da qualidade da proteína do FS *in vivo* para suínos e aves, verificado por intermédio dos resultados de desempenho com estas duas espécies. PARSONS et al. (1991) detectaram redução no GPD em leitões na fase de creche, quando a solubilidade da proteína do FS caiu para níveis entre 71 e 66%. Esta redução no GPD foi atribuída quase que totalmente, pelos autores, à redução no consumo de alimento, com efeito muito pequeno sobre a eficiência alimentar. No entanto, com 56% de solubilidade da proteína do FS em KOH, PARSONS et al. (1991) detectaram também redução na eficiência alimentar. A baixa solubilidade protéica verificada na PCS utilizada neste trabalho não foi prejudicial ao desempenho dos leitões.

Os resultados deste trabalho diferem do obtido por LI et al. (1991a), os quais substituíram totalmente o FS por PCS na dieta para leitões desmamados aos 21 dias de idade e não obtiveram melhoria no desempenho. Porém, LI et al. (1991b) verificaram que os leitões que receberam uma dieta com proteína concentrada de soja extrusada

tenderam a apresentar maior GPD e melhor CA nos primeiros 14 dias após o desmame do que os que receberam uma dieta com FS. Entretanto, estes autores não obtiveram diferenças no desempenho do período total da creche entre os diferentes subprodutos da soja. Esta diferença entre os resultados de desempenho deste trabalho e os obtidos por LI et al. (1991 a, b) pode ser atribuída ao alto conteúdo de lactose (31,5%) em todas as dietas fornecidas por aqueles autores.

A melhora do desempenho dos leitões, obtida com a substituição parcial do FS pelos outros subprodutos da soja, foi independente da ocorrência de diarreia e do grau de alterações na mucosa intestinal, já que não houve efeito das dietas sobre estas medidas.

Os resultados obtidos neste experimento com relação à morfometria da parede intestinal são contrários ao obtido por LI et al. (1991a, b) e BERTOL et al. (1997 a, b). LI et al. (1991a, b) obtiveram aumento na AV e redução na PCR, com a substituição total do FS por PCS, enquanto BERTOL et al. (1997 a, b) verificaram redução da AM com níveis crescentes de substituição do FS por SIE e PTS, respectivamente. Esta diferença entre os resultados deste experimento e o encontrado por LI et al. (1991a, b) pode ser devida a fatores como: idade dos leitões ao abate, a qual foi de 32 dias neste experimento e de 28 dias em LI et al. (1991a, b), o que pode ter propiciado aos leitões da dieta FS deste experimento uma recuperação das vilosidades, e porcentagem de substituição do FS, já que neste experimento a PCS substituiu 50% do FS (12,78% de inclusão de PCS na dieta), ao passo que em LI et al. (1991a, b) a substituição do FS foi total (24,07% de inclusão de PCS na dieta).

Tabela 4 - Altura da mucosa e das vilosidades e profundidade da cripta por tratamento, em diversos segmentos do intestino delgado dos leitões

Table 4 - Mucous and villus height and crypts depth according to the treatment, in different sites of the small intestine of piglets

Porção do intestino <i>Site in the intestine</i>	Tratamentos <i>Treatments</i>				CV	Teste F <i>F test</i>
	FS	FS - SIE	FS - PTS	FS - PCS		
Altura da mucosa (mm) <i>Mucous height</i>						
Duodeno <i>Duodenum</i>	783	776	808	805	14,36	P<0,97
Jejuno superior <i>Upper jejunum</i>	669	717	684	656	20,71	P<0,95
Jejuno inferior <i>Low jejunum</i>	642	715	724	631	12,49	P<0,34
Íleo ¹ <i>Ileum</i>	617 ^{ab}	600 ^{bc}	578 ^c	643 ^a	4,60	P<0,06
Média <i>Mean</i>	678	702	699	701	10,45	P<0,96
Altura das vilosidades (mm) <i>Villus height</i>						
Duodeno <i>Duodenum</i>	462	495	477	433	25,45	P<0,90
Jejuno superior <i>Upper jejunum</i>	385	449	408	373	39,54	P<0,92
Jejuno inferior <i>Low jejunum</i>	370	460	460	358	22,56	P<0,30
Íleo <i>Ileum</i>	370	365	324	391	14,43	P<0,39
Média <i>Mean</i>	397	442	417	396	22,66	P<0,84
Profundidade da cripta (mm) <i>Crypts depth</i>						
Duodeno ¹ <i>Duodenum</i>	321 ^{bc}	282 ^c	331 ^{ab}	372 ^a	11,26	P<0,05
Jejuno superior <i>Upper jejunum</i>	284	268	276	283	11,17	P<0,88
Jejuno inferior <i>Low jejunum</i>	272	255	264	274	9,89	P<0,75
Íleo <i>Ileum</i>	247	235	254	253	17,32	P<0,92
Média <i>Mean</i>	281	260	281	305	9,83	P<0,33

¹ Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem (P<0,10) pelo teste t.¹ Means followed by different letters, within a row, are different (P<0.10) by t test.CV = coeficiente de variação (*coefficient of variation*), FS= farelo de soja (*soybean meal*), SIE= soja integral extrusada (*full-fat extruded soybean*), PTS = proteína texturizada de soja (*texturized soybean protein*), PCS= proteína concentrada de soja (*concentrated soybean protein*).

Conclusões

A substituição de 50% do FS da dieta de desmame por SIE, PTS ou PCS melhorou o desempenho dos leitões desmamados com 21 dias de idade, com ganhos adicionais de 1 a 2 kg a mais por leitão durante toda a fase de creche, mas não afetou a incidência de diarreia nem a morfologia da mucosa intestinal. O

processamento do FS pode ter sido inadequado e sua inclusão como única fonte protéica pode ter prejudicado o desempenho dos leitões e contribuído para estes resultados.

Os subprodutos SIE, PTS e PCS não apresentaram diferenças entre si como substitutos parciais do FS na dieta de desmame de leitões desmamados aos 21 dias de idade.

Referências Bibliográficas

- BERTOL, T.M., LUDKE, J.V. 1999. Determinação dos valores de energia e do balanço de nitrogênio de alguns alimentos para leitões na fase inicial. *Rev. bras. zootec.*, 28(6):1279-1287.
- BERTOL, T.M., MORES, N., FRANKE, M.R. Substituição do farelo de soja por soja integral extrusada na dieta de leitões recentemente desmamados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8, 1997, Foz do Iguaçu. *Anais...* Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1997a. p. 351-352.
- BERTOL, T.M., MORES, N., FRANKE, M.R. Substituição do farelo de soja por proteína texturizada de soja na dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8, 1997, Foz do Iguaçu. *Anais...* Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1997b. p.353-354.
- DUNSFORD, B.R.; KNABE, D.A., HAENSLY, W.E. 1989. Effect of dietary soybean meal on the microscopic anatomy of the small intestine in the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.*, 67(7):1855-1863.
- FRIESEN, K.G., NELSSSEN, J.L., BEHNKE, K.C. 1992. Effect of extrusion parameters. *Feed International*, 13(9):50-55.
- FRIESEN, K.G., NELSSSEN, J.L., GOODBAND, R.D. et al. 1993. The effect of moist extrusion of soy products on growth performance and nutrient utilization in the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.*, 71(8):2099-2109.
- LI, D.F., NELSSSEN, J.L., REDDY, P.G. et al. 1990. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.*, 68(6):1790-1799.
- LI, D.F., NELSSSEN, J.L., REDDY, P.G. et al. 1991a. Measuring suitability of soybean products for early-weaned pigs with immunological criteria. *J. Anim. Sci.*, 69(8):3299-3307.
- LI, D.F., NELSSSEN, J.L., REDDY, P.G. et al. 1991b. Interrelationship between hypersensitivity to soybean proteins and growth and performance in early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 69(10):4062-4069.
- MILLER, B.G., NEWBY, T.J., STOKES, C.R. et al. 1984a. The importance of dietary antigen in the cause of postweaning diarrhea in pigs. *Americ. J. Vet. Res.*, 45(9):1730-1733.
- MILLER, B.G., NEWBY, T.J., STOKES, C.R. et al. 1984b. Influence of diet on postweaning malabsorption and diarrhea in the pig. *Res. Vet. Sci.*, 36:187-193.
- MOREIRA, I., ROSTAGNO, H.S., SILVA, M.A. et al. 1993. Uso do milho e soja integral processados a calor na alimentação de leitões. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 22(5):764-772.
- MOREIRA, I., ROSTAGNO, H.S., TAFURI, M.L. et al. 1994. Uso de soja integral processados a calor na alimentação de leitões de 21 a 42 dias de idade. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 23(1):57-64.
- PARSONS, C.M., HASHIMOTO, K., WEDEKIND, K.J. et al. 1991. Soybean protein solubility in potassium hydroxide: na in vitro test of in vivo protein quality. *J. Anim. Sci.*, 69(7):2918-2924.
- PARTRIDGE, G.G., GILL, B.P. 1993. New approaches with pig weaner diets. In: GARNSWORTHY, P.C., COLE, D.J.A. (Eds.) *Recent advances in animal nutrition*. Nottingham: University Press. p.221-248.
- SAS INSTITUTE INC. *SAS System for Windows*, release 6.12. Cary, NC, USA, 1996.

Recebido em: 25/10/99
Aceito em: 11/09/00