

Substituição Parcial do Farelo de Soja por Proteína Texturizada de Soja na Dieta de Leitões Desmamados

Teresinha Marisa Bertol¹, Nelson Mores², Márcia Regina Franke³

RESUMO - Foram desenvolvidos dois experimentos para avaliação da proteína texturizada de soja (PTS), em substituição parcial ao farelo de soja (FS) na dieta pré-inicial para leitões desmamados aos 21 dias de idade. Em cada um dos experimentos, foram comparados quatro níveis (0, 25, 50 e 75% e 0, 20, 40 e 60%, respectivamente) de substituição do FS pela PTS. No experimento um, a substituição do FS pela PTS proporcionou redução linear da conversão alimentar (CA) no período de fornecimento das dietas e diminuição da incidência de diarreia e da altura média da mucosa intestinal (AMM), com o aumento dos níveis de PTS na dieta. No experimento dois, houve efeito cúbico sobre o ganho de peso diário (GPD) e o peso dos leitões ao final da creche (PM35), com a substituição parcial do FS pela PTS. Não foi possível estimar o melhor nível de substituição do FS por PTS. Foi concluído que a substituição parcial do FS pela PTS na dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade melhorou o desempenho dos leitões na fase inicial após o desmame, mas este efeito nem sempre se prolonga até o final da fase de creche. A substituição do FS pela PTS acarretou redução na ocorrência e na duração da diarreia após o desmame e diminuição das alterações na morfologia da mucosa intestinal.

Palavras-chave: desempenho, diarreia, morfologia intestinal, subprodutos da soja

Partial Substitution of Soybean Meal by Texturized Soybean Protein in Diets for Weaned Piglets

ABSTRACT - Two experiments were carried out to evaluate partial substitution of soybean meal (SM) by texturized soybean protein (TSP) in the pre-starter diet, for piglets weaned at 21 days of age. Four levels (0, 25, 50 and 75% and 0, 20, 40 and 60%, respectively) of replacement of SM by TSP were compared in each experiment. In the first experiment, the replacement of SM by TSP showed a feed: gain (FG) linear decrease in the fed period of the diets and reduction the incidence of diarrhea and in the average height of the intestinal mucous (HIM) with the increase of TSP levels. In the second experiment, there was a cubic effect on the daily weight gain (DGW) and on the body weight at the end of the nursery phase (BW35) as the result of partial replacement of SM by TSP. It was impracticable to estimate the best level of replacement of SM by TSP. It was concluded that, partial replacement of SM by TSP in the diets for piglets weaned at 21 days of age improved the performance of piglets at the initial post-weaning period, however, this effect may not to be extended until the end of the nursery phase. The partial substitution of SM by TSP led to a decrease in the incidence and length of diarrhea after the weaning, and led to a reduction in the intestinal mucous morphology alterations.

Key Words: performance, diarrhea, intestinal morphology, soybean byproducts

Introdução

A dieta fornecida aos leitões imediatamente após o desmame desempenha papel crucial, juntamente com outros fatores, sobre o desempenho dos leitões nesta fase. Tanto o consumo de alimento como a capacidade para digerir certos tipos de alimentos são reduzidos após o desmame em idades precoces. A soja, principal fonte de proteína para alimentação dos suínos, contém vários fatores antinutricionais, entre os quais estão os inibidores de tripsina, que limitam o aproveitamento da dieta, e as proteínas antigênicas, as quais causam alterações morfológicas na mucosa

intestinal (HANCOCK et al., 1990) e distúrbios digestivos que reduzem o desempenho em leitões jovens (LI et al., 1991b; HANKINS et al., 1992). Embora ocorra a inativação dos inibidores da tripsina no processamento para obtenção do farelo de soja, este produto contém antígenos que são absorvidos no sistema digestivo e considerados estranhos pelo sistema humoral sistêmico nos suínos (HANKINS et al., 1992).

A proteína texturizada de soja é obtida da farinha desengordurada de soja (máximo 1% de gordura) extraída em baixa temperatura - com a utilização de solventes - e após, extrusada. A extrusão, em condições ótimas, provoca aumento da digestibilidade dos

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

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

³ Ceval Alimentos, Rod. BR 163, km 6, Zona Rural, CEP 79804-970, Dourados, MS.

nutrientes (PARTRIDGE e GILL, 1993) e redução da atividade biológica das proteínas antigênicas (FRIESEN et al., 1993). Portanto, a proteína texturizada de soja é um ingrediente potencialmente mais digestível que o farelo de soja, cujas proteínas podem apresentar menor atividade biológica, com menor nível de agressão à mucosa intestinal, que o farelo de soja. A digestibilidade média da matéria seca de duas amostras de proteína texturizada de soja avaliadas por BERTOL e LUDKE (1999) foi de 90,9%, comparado com 88,4% no farelo de soja com 46,5% de proteína bruta e 86,63% no farelo de soja com 44,5% de proteína bruta. A utilização de ingredientes altamente digestíveis e com baixo conteúdo de fatores antigênicos é importante, porque estimula o consumo, melhora o desempenho e reduz o aparecimento de distúrbios digestivos em leitões após o desmame, refletindo-se em redução da idade de abate.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a substituição parcial do farelo de soja pela proteína texturizada de soja em dietas isocalóricas e isoproéicas para leitões desmamados aos 21 dias de idade, bem como determinar qual o melhor nível de substituição do farelo de soja por este produto.

Material e Métodos

Experimento 1

Foram avaliados quatro níveis (0, 25, 50, 75%) de substituição do farelo de soja (FS) por proteína texturizada de soja (PTS) nas dietas pré-iniciais de leitões. O experimento foi conduzido na creche experimental de suínos do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, no período de 08 de agosto a 12 de setembro de 1996. As quatro dietas pré-iniciais (Tabela 1) foram fornecidas do dia do desmame até 14 dias após, sendo que, no período seguinte, dos 15 aos 35 dias após o desmame, foi fornecida uma única dieta inicial a todos os leitões.

As dietas pré-iniciais foram formuladas com base em resultados parciais de energia metabolizável (EM) obtidos com leitões de 28 dias de idade, por BERTOL e LUDKE (1999), para o milho, FS, PTS e soro de leite em pó, de 3243, 3062, 3193, e 3112 kcal/kg, respectivamente. Para o óleo bruto de soja, foi utilizado o valor de tabela (EMBRAPA, 1991). As dietas foram isocalóricas e continham também os mesmos níveis de soro de leite em pó, proteína bruta, Ca, P disponível, lisina e metionina (Tabela 1). A composição nutricional da PTS e do FS utilizados estão na Tabela 2.

Foram utilizados 128 leitões, com idade média de $20,3 \pm 0,94$ dias, distribuídos em número de quatro do mesmo sexo por baía, totalizando quatro baías de machos castrados e quatro de fêmeas por tratamento. Os leitões foram distribuídos em blocos de acordo com o sexo e peso inicial.

No décimo quarto dia do experimento, foi retirado um animal de cada baía (o mais próximo do peso médio da baía), abatido para coleta de um fragmento do duodeno (50 cm posterior ao piloro), dois do jejuno (fragmento 1 a 2 m e o fragmento 2 a 4 m posterior ao local de coleta do fragmento do duodeno, respectivamente) e um do íleo (1 m anterior à válvula ileo-cecal), para medida de altura média da mucosa (AMM).

Os fragmentos de intestino foram coletados e processados da seguinte forma: foram amarradas as extremidades de cerca de cinco 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, e pelo método de inclusão em parafina foram 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 da mucosa (distância entre a túnica muscular da submucosa até o topo de vilosidades integras e bem orientadas) foi medida em três pontos de cada lâmina, totalizando nove medidas em cada fragmento. 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. Foram feitas as médias das nove leituras de cada fragmento, as quais foram utilizadas para análise estatística.

Experimento 2

Foram avaliados quatro níveis (0, 20, 40, 60%) de substituição do FS por PTS nas dietas pré-iniciais de leitões. O experimento foi conduzido nas instalações experimentais do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, no período de 31 de outubro a 19 de dezembro de 1996. As quatro dietas pré-iniciais (Tabela 1) foram fornecidas do dia do desmame até 14 dias após. No período seguinte, foi fornecida uma única dieta inicial a todos os leitões do 15^o ao 35^o dia após o desmame.

As dietas pré-iniciais foram formuladas com base nos resultados parciais de energia metabolizável (EM),

Tabela 1 - Composição centesimal das dietas experimentais
Table 1 - Percentage composition of the experimental diets

Ingrediente Ingredient	Experimento 1 Experiment 1					Experimento 2 Experiment 2				
	Dieta pré-inicial Pre-starter diet		Dieta inicial Starter diet			Dieta pré-inicial Pre-starter diet		Dieta inicial Starter diet		
	Nível de substituição do FS por PTS (%) Replacement level of SM by TSP									
	0	25	50	75	0	20	40	60		
Milho (Corn)	43,350	43,260	43,180	43,100	58,100	43,824	44,910	45,959	47,036	57,442
Farelo de soja Soybean meal	30,050	22,530	15,060	7,560	25,970	29,510	23,600	17,700	11,800	26,030
PTS	0,000	7,300	14,550	21,820	0,000	0,000	5,020	10,030	15,040	0,000
Texturized soybean protein										
Soro de leite em pó (Dried whey)	18,000	18,000	18,000	18,000	10,000	18,000	18,000	18,000	18,000	10,000
Calcário (Limestone)	0,529	0,539	0,549	0,559	0,732	0,462	0,455	0,449	0,443	0,698
Fosfato bicálcico	1,850	1,860	1,860	1,860	1,460	1,930	1,920	1,910	1,890	1,510
Dicalcium phosphate										
Óleo bruto de soja	4,640	4,640	4,640	4,640	2,600	4,520	4,010	3,510	3,010	2,760
Soybean oil										
L-lisina (L-lysine HCl)	0,266	0,266	0,266	0,266	0,128	0,279	0,280	0,289	0,294	0,183
DL-metionina (DL-methionine)	0,125	0,125	0,125	0,125	0,000	0,125	0,129	0,133	0,137	0,000
Sal (Salt)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,027
Óxido de zinco (Zinc oxide)	0,390	0,390	0,390	0,390	0,190	0,500	0,500	0,500	0,500	0,000
Promotor crescimento	-	-	-	-	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500
Antibacterial agent										
Cloreto de colina 60%	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Choline chloride										
Mistura vitamínica e mineral	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Vitamin and mineral mix										
Caulim	0,000	0,290	0,580	0,880	0,000	0,000	0,326	0,670	1,000	0,000
Antioxidante (Antioxidant)	-	-	-	-	-	0,050	0,050	0,050	0,050	0,05
PB (CP), %	20,00	20,00	20,00	20,00	18,000	20,00	20,00	20,00	20,00	18,000
EM (ME), kcal/kg	3260	3260	3260	3260	3200	3260	3260	3260	3260	3200
Ca (%)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,80	0,90	0,90	0,90	0,90	0,80
P disponível (%)	0,55	0,55	0,55	0,55	0,43	0,55	0,55	0,55	0,55	0,43
Available phosphorus										
Lisina, % (Lysine)	1,40	1,40	1,40	1,40	1,15	1,40	1,40	1,40	1,40	1,15
Metionina, % (Methionine)	0,44	0,44	0,44	0,44	0,31	0,45	0,45	0,45	0,45	0,29
Metionina+cisteína, %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65	0,80	0,80	0,80	0,80	0,61
Methionine+cystine										
Treonina, % (Threonine)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,79	0,85	0,87	0,88	0,89	0,75

Cada kg de ração continha (Per each 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 (pyridoxin), 440 mg vit. B₁₂, 510 mg niacina (niacin), 270 mg ac. pantotênico (pantothenic acid), 16 mg ac. fólico (folic acid), 3 mg biotina (biotin), 6ppm Se, 1998 mg Fe, 2499 mg Cu, 612 mg Mn, 1539 mg Zn e 17 mg I.

obtidos com leitões de 28 dias de idade por BERTOL e LUDKE (1999), para o milho, FS, PTS e soro de leite em pó, de 3231, 3099, 3778 e 3112 kcal/kg, respectivamente. Para o óleo bruto de soja, foi utilizado o valor de tabela (EMBRAPA, 1991). As dietas foram isocalóricas e continham também os mesmos níveis de soro de leite em pó, proteína bruta, Ca, P disponível, lisina e metionina (Tabela 1). A composição nutricional do FS e da PTS utilizada neste experimento foi diferente daquela utilizada no experimento 1 (Tabela 2).

O experimento foi instalado em dois grupos, com diferença de 14 dias entre um e outro. Foram utilizados 120 leitões, com idade média de $21,1 \pm 1,26$ dias no grupo 1 e $20,9 \pm 1,32$ no grupo 2, distribuídos em número de quatro do mesmo sexo por baía, com exceção das fêmeas do grupo 2, em número de 3 por baía, totalizando quatro baias de machos castrados e quatro baias de fêmeas por tratamento. Dentro de cada grupo, os leitões foram distribuídos em blocos, de acordo com o sexo e o peso inicial, sem considerar ascendência genética.

Além da avaliação de desempenho, foi feita também nos dois experimentos avaliação diária da incidência de diarreia nos primeiros 14 dias após o desmame, por meio do seguinte escore: 0 - fezes normais, 1 - fezes pastosas, 2 - fezes entre líquidas e pastosas e 3 - fezes líquidas.

Os dados de desempenho e AMM dos dois experimentos foram submetidos à análise de regressão polinomial e os de diarreia, à análise de Qui-quadrado de Pearson (SAS, 1996).

Resultados e Discussão

Experimento 1

Os resultados não evidenciaram efeito diferenciado entre os tratamentos sobre as variáveis de desempenho neste experimento, em nenhuma das fases estudadas (Tabela 3). Apenas foi observado efeito linear ($P < 0,03$, $y = 1,62 - 0,0021x$) de redução da conversão alimentar (CA), com o aumento dos níveis de PTS na dieta de 0 a 14 dias do período experimental. A melhora da CA, que ocorreu nos níveis de 50 e 75%

Tabela 2 - Composição nutricional das proteínas texturizadas de soja (PTS) e dos farelos de soja (FS) utilizados nos experimentos 1 e 2

Table 2 - Nutritional composition of texturized soybean proteins (TSP) and soybean meals (SM) used in the experiments 1 and 2

Nutriente (%) <i>Nutrient</i>	Experimento 1 <i>Experiment 1</i>		Experimento 2 <i>Experiment 2</i>	
	FS	PTS	FS	PTS
Energia metabolizável, kcal/kg <i>Metabolizable energy</i>	3062	3193	3099	3778
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	47,32	48,86	48,10	54,85
Lisina <i>Lysine</i>	3,04	3,14	3,09	3,51
Metionina <i>Methionine</i>	0,69	0,72	0,70	0,71
Metionina+cistina <i>Methionine+cistine</i>	1,38	1,43	1,40	1,48
Triptofano <i>Tryptophan</i>	0,67	0,70	0,68	0,71
Treonina <i>Threonine</i>	1,85	1,91	1,88	2,41
Histidina <i>Histidine</i>	1,17	1,21	1,19	1,48
Isoleucina <i>Isoleucine</i>	2,08	2,15	2,11	2,63
Leucina <i>Leucine</i>	3,54	3,66	3,60	4,28
Fenilalanina+tirosina <i>Phenylalanine+tyrosine</i>	3,97	4,10	4,04	4,66
Valina <i>Valine</i>	2,41	2,49	2,45	2,69

Tabela 3 - Efeito da substituição parcial do farelo de soja (FS) por proteína texturizada de soja (PTS) sobre o desempenho de leitões desmamados aos 21 dias de idade (experimento 1)

Table 3 - Effect of partial replacement of soybean meal (SM) by texturized soybean protein (TSP) on the performance of piglets weaned at 21 days of age (experiment 1)

	Nível de substituição do FS por PTS (%) Replacement level of SM by TSP			
	0	25	50	75
	0 a 14 dias 0 to 14 days			
Peso médio inicial, kg <i>Initial mean weight, kg</i>	7,43±0,96	7,41±1,11	7,50±0,79	7,48±0,72
Ganho peso diário, g <i>Daily weight gain, g</i>	184±43	182±46	201±21	197±25
Consumo ração diário, g <i>Daily feed intake, g</i>	289±33	286±47	294±23	291±33
Conversão alimentar ¹ <i>Feed:gain ratio</i>	1,61±0,21	1,60±0,19	1,47±0,10	1,48±0,11
Peso médio aos 14 dias, kg <i>14 days mean weight, kg</i>	10,01±0,96	9,96±1,42	10,31±0,87	10,24±0,74
	15 a 35 dias 15 to 35 days			
Ganho peso diário, g <i>Daily weight gain, g</i>	507±32	471±71	486±64	478±34
Consumo ração diário, g <i>Daily feed intake, g</i>	883±44	826±103	878±121	844±65
Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i>	1,74±0,10	1,76±0,07	1,81±0,10	1,77±0,07
Peso médio aos 28 dias, kg <i>28 days mean weight, kg</i>	16,45±1,34	15,94±2,51	16,26±1,37	16,32±1,03
	0 a 35 dias 0 to 35 days			
Ganho peso diário, g <i>Daily weight gain, g</i>	378±28	355±53	372±40	366±20
Consumo ração diário, g <i>Daily feed intake, g</i>	645±45	610±86	644±63	622±32
Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i>	1,71±0,08	1,72±0,06	1,74±0,08	1,70±0,05
Peso médio aos 35 dias, kg <i>35 days mean weight, kg</i>	20,66±1,22	19,85±2,79	20,52±1,82	20,29±1,16

¹ Efeito linear (P<0,03).¹ Linear response (P<0,03).

de PTS, proporcionou aumento no ganho diário de peso (GPD), mas sem diferença estatística (P>0,05). Assim, ao final do experimento, os leitões apresentaram peso médio (PM35) muito semelhante entre todos os tratamentos.

O número de leitões que apresentaram diarreia (NLD) foi reduzido (P<0,05) com a substituição do FS pela PTS (Tabela 4). O número de leitões que apresentaram diarreia, extratificados de acordo com a duração (dias) da diarreia (NLDD), apresentou relação semelhante, mas menos consistente (P<0,12), com os tratamentos (Tabela 5). De acordo com MILLER et al. (1984), o método pelo qual o alimento é inicialmente apresentado ao suíno jovem tem forte

efeito sobre a incidência e a severidade da diarreia após o desmame.

A altura média da mucosa (AMM) de todas as porções do intestino coletadas foi superior, quando o FS foi a única fonte protéica (nível 0%), embora no duodeno a diferença não tenha sido estatisticamente significativa (Tabela 6). A AMM do fragmento 1 do jejuno e do íleo reduziu linearmente (P<0,10, y=867-1,73x e P<0,08, y=864-2,03x, respectivamente), com o aumento dos níveis de PTS na dieta, enquanto que a AMM do fragmento 2 do jejuno apresentou efeito quadrático (P<0,03, y=940-9,50x+0,11x²), com os menores valores para os níveis 25 e 50% de substituição do FS.

Tabela 4 - Efeito dos níveis de substituição do FS da dieta por PTS sobre o número de leitões que apresentaram diarreia durante os primeiros 14 dias após o desmame (experimentos 1 e 2)

Table 4 - Effect of partial replacement of soybean meal (SM) by texturized soybean protein (TSP) on the number of piglets with diarrhea during the first 14 postweaning days (experiments 1 and 2)

Nível de substituição do FS por PTS, % Replacement level of SM by TSP	Experimento 1 Experiment 1		Experimento 2 Experiment 2	
	Nº total leitão Total number of piglet	Nº leitão com diarreia ¹ Number of piglet with diarrhea	Nº total leitão Total number of piglet	Nº leitão com diarreia ¹ Number of piglet with diarrhea
0	32	10	30	4
25 ² /20 ³	32	5	30	1
50 ² /40 ³	32	3	30	4
75 ² /60 ³	32	3	30	1

¹ P<0,05 pelo teste c² (P<0.05 by c² test).² Experimento 1 (Experiment 1).³ Experimento 2 (Experiment 2).

Experimento 2

No período de 0 a 14 dias após o desmame, o GPD sofreu efeito cúbico ($P < 0,08$, $y = 143 + 6,96x - 0,281x^2 + 0,0029x^3$), em função da substituição do FS por PTS, em que os níveis de 20 e 60% apresentaram os maiores valores de GPD. O consumo de ração diário (CRD) neste período aumentou linearmente ($P < 0,04$, $y = 253 + 0,727x$) com o acréscimo dos níveis de PTS (Tabela 7), enquanto a CA não foi significativamente afetada ($P > 0,05$).

No período de 15 a 35 dias, o GPD aumentou linearmente ($P < 0,08$, $y = 454 + 0,818x$) com o aumento dos níveis de PTS na dieta da fase anterior, enquanto o CRD e a CA não foram afetados (Tabela 7). No período total do experimento, observou-se efeito cúbico dos níveis de PTS sobre o GPD ($P < 0,04$, $y = 323 + 7,37x - 0,299x^2 + 0,00319x^3$) e sobre o PM35 ($P < 0,07$, $y = 18,60 + 0,258x - 0,011x^2 + 0,00011x^3$).

Esse efeito pode ter sido consequência da ocorrência de diarreia em maior número de leitões nos níveis de 0 e 40% de substituição do farelo FS por PTS (Tabelas 4 e 5), uma vez que esses dois tratamentos apresentaram também valores numericamente menores de GPD. De acordo com trabalho epidemiológico desenvolvido por MORÉS et al. (2000), a ocorrência de diarreia na fase de creche está associada a menor ganho de peso dos leitões. Um leitão do nível 20% de substituição do FS apresentou doença do edema, foi tratado e apresentou rápida recuperação.

A partir de 20% de substituição do farelo de soja por PTS (ou 5% de inclusão de PTS na dieta), neste experimento, houve efeito positivo sobre o desempenho, embora o nível de 40% de substituição tenha apresentado desempenho muito próximo do testemunha. A melhora no GPD obtida em alguns tratamentos com PTS foi obtida principalmente em função de aumento

Tabela 5 - Efeito dos níveis de substituição do farelo de soja (FS) da dieta por proteína texturizada de soja (PTS) sobre o número de leitões extratificados de acordo com a duração da diarreia durante os primeiros 14 dias após o desmame (experimentos 1 e 2)

Table 5 - Effect of partial replacement of soybean meal (SM) by texturized soybean protein (TSP) on the number of piglets extratified regarding the length of diarrhea during the first 14 postweaning days (experiments 1 and 2)

Nível de substituição do FS por PTS (%) Replacement level of SM by TSP	Duração da diarreia, dias Length of the diarrhea, days					
	Experimento 1 Experiment 1			Experimento 2 Experiment 2		
	1	2	3	1	2	3
0	8	0	2	3	1	0
25 ¹ /20 ²	4	1	0	1	0	0
50 ¹ /40 ²	1	1	1	3	0	1
75 ¹ /60 ²	2	1	0	0	1	0

¹ Experimento 1 (¹ Experiment 1).² Experimento 2 (² Experiment 2).

Tabela 6 - Efeito dos níveis de substituição do farelo de soja (FS) por proteína texturizada de soja (PTS) sobre a altura da mucosa (mm) de diferentes segmentos do intestino delgado dos leitões 14 dias após o desmame (experimento 1)
 Table 6 - Effect of partial replacement levels of soybean meal (SM) by texturized soybean protein (TSP) on the mucosa height (mm) of different sites of the small intestine of piglets 14 days post-weaning (experiment 1)

	Nível de substituição do FS pela PTS, % Replacement level of SM by TSP, %			
	0	25	50	75
Duodeno <i>Duodenum</i>	922 ± 187	756 ± 146	734 ± 59	786 ± 110
Jejuno fragmento 1 ¹ <i>Jejunum site 1¹</i>	922 ± 149	769 ± 59	779 ± 149	764 ± 85
Jejuno fragmento 2 ² <i>Jejunum site 2²</i>	896 ± 65	750 ± 70	740 ± 127	794 ± 144
Íleo ³ <i>Ileum³</i>	844 ± 232	749 ± 105	733 ± 40	729 ± 54

¹ Efeito linear (P<0,10), ² Efeito quadrático (P<0,03), ³ Efeito linear (P<0,08).

¹ Linear response (P<.10), ² Quadratic response (P<.03), ³ Linear response (P<.08).

no CRD, mas também houve melhora na conversão alimentar. FRIESEN et al. (1992) obtiveram aumento no ganho de peso e no consumo de alimento e melhora na conversão alimentar, com a extrusão de flocos de soja e farinha de soja.

Avaliando-se conjuntamente os resultados dos dois experimentos, pode-se concluir que a utilização da PTS na dieta teve efeito benéfico na redução da ocorrência de diarreia. Este efeito com a utilização da PTS já era esperado, pois o processamento para extração do óleo, por intermédio de solvente e posterior extrusão para obtenção da PTS, leva à desnaturação das proteínas antigênicas da soja, glicinina e beta-conglicinina, reduzindo as reações de hipersensibilidade e, dessa forma, a agressão à mucosa intestinal.

Embora as dietas tenham sido isocalóricas e isoprotéicas, os leitões alimentados com as dietas em que a PTS substituiu parcialmente o FS apresentaram melhor conversão alimentar no período de fornecimento das dietas no experimento 1. No experimento 2, houve também melhora no desempenho com a utilização da PTS, a qual se prolongou até o final da fase de creche. O baixo desempenho obtido no nível de 40% de substituição do farelo de soja no experimento 2, que determinou o efeito cúbico sobre o GPD, pode ser atribuído à ocorrência de diarreia em maior número de leitões, já que este tipo de efeito parece não ter significado biológico. Em função deste efeito cúbico, não foi possível determinar o melhor nível de substituição do FS por PTS.

Uma das causas do melhor desempenho obtido nos níveis de 20 e 60% de substituição do FS no

experimento 2 foi o aumento do consumo de alimento, mas sem diferença estatística (P>0,05) da conversão alimentar, o que provavelmente deveu-se à menor ocorrência de diarreia nos leitões destes tratamentos. Os dados deste experimento confirmam os resultados de FRIESEN et al. (1993) e LI et al. (1991a), os quais relataram aumento do consumo das dietas de desmame, quando estas incluem ingredientes mais digestíveis.

O valor da urease (0,02) da PTS utilizada no experimento 1 indica que o processamento térmico foi suficiente para desativar os fatores antinutricionais, porém a solubilidade protéica foi baixa (71,56%), indicando excessivo aquecimento, o que pode ter prejudicado a disponibilidade dos aminoácidos da PTS utilizada neste experimento. Esta pode ter sido a causa da baixa resposta no ganho de peso dos leitões deste experimento com a substituição do FS por PTS, embora tenha havido resposta positiva na conversão alimentar. No experimento 2, os valores de urease (0,05) e de solubilidade protéica (82,94%) da PTS indicam que o processamento térmico foi adequado. Em condições ótimas, a extrusão dos produtos da soja melhora a digestibilidade do N por meio da desnaturação da matriz da protéica (FRIESEN et al., 1992, PARTRIDGE e GILL, 1993). FRIESEN et al. (1993) observou que a extrusão úmida reduz a concentração dos inibidores da tripsina e as propriedades antigênicas dos subprodutos da soja, resultando em melhor digestibilidade e redução do potencial para resposta imune às proteínas da soja.

Estes resultados indicam como a variabilidade no processamento pode provocar diferentes respostas no desempenho dos leitões alimentados com dietas

Tabela 7 - Efeito da substituição parcial do farelo de soja (FS) por proteína texturizada de soja (PTS) sobre o desempenho de leitões desmamados aos 21 dias de idade (experimento 2)

Table 7 - Effect of partial replacement of soybean meal (SM) by texturized soybean protein (TSP) on the performance of piglets weaned at 21 days of age (experiment 2)

	Nível de substituição do FS por PTS (%) Replacement level of SM by TSP			
	0	20	40	60
	0 a 14 dias 0 to 14 days			
Peso médio inicial, kg <i>Initial mean weight, kg</i>	7,30±0,74	7,29±0,85	7,25±0,86	7,20±0,75
Ganho peso diário ¹ , g <i>Daily weight gain¹, g</i>	143±59	194±33	160±36	182±53
Consumo ração diário ² , g <i>Daily feed intake², g</i>	240±50	293±40	272±48	296±37
Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i>	1,87±0,56	1,54±0,23	1,73±0,14	1,70±0,29
Peso médio aos 14 dias, kg <i>14 days mean weight, kg</i>	9,30±0,92	10,00±1,10	9,49±1,01	9,74±1,25
	15 a 35 dias 15 to 35 days			
Ganho peso diário ³ , g <i>Daily weight gain³, g</i>	442±84	498±87	466±48	508±66
Consumo ração diário, g <i>Daily feed intake, g</i>	766±117	831±118	784±88	842±130
Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i>	1,75±0,21	1,69±0,20	1,68±0,07	1,66±0,06
Peso médio aos 28 dias ¹ , kg <i>28 days mean weight¹, kg</i>	14,77±1,88	16,17±2,47	15,26±1,47	16,21±2,08
	0 a 35 dias 0 to 35 days			
Ganho peso diário ⁴ , g <i>Daily weight gain⁴, g</i>	323±60	376±62	343±34	377±56
Consumo ração diário, g <i>Daily feed intake, g</i>	555±79	616±79	579±62	623±91
Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i>	1,74±0,20	1,65±0,17	1,69±0,05	1,65±0,06
Peso médio aos 35 dias ⁵ , kg <i>35 days mean weight⁵, kg</i>	18,60±1,22	20,45±2,90	19,27±1,75	20,41±2,43

¹ Efeito cúbico (P<0,08), ²Efeito linear (P<0,04), ³Efeito linear (P<0,08) e cúbico (P<0,08), ⁴Efeito cúbico (P<0,04), ⁵Efeito cúbico (P<0,07).¹ Cubic response (P<.08), ² Linear response (P<.04), ³ Linear (P<.08) and cubic response (P<.08), ⁴ Cubic response (P<.04), ⁵ Cubic response (P<.07).

contendo subprodutos da soja. Dessa forma, é importante assegurar-se de que os parâmetros de processamento sejam adequados para reduzir os fatores antinutricionais a níveis aceitáveis (VANDERGRIFT, 1985).

A estrutura da parede intestinal dos leitões, em termos de altura das vilosidades e profundidade da cripta, é dependente do nível sanitário imposto aos animais, do desmame, da idade e da composição da dieta (MILLER et al., 1984; LI et al., 1990). Observou-se que a AMM foi superior nos animais que receberam a dieta em que o FS foi a única fonte de proteína, em todos os segmentos do intestino avaliados.

È provável que a causa disto seja a hiperplasia da cripta, causada por aumento na taxa de mitose dos enterócitos, em resposta aos fatores antigênicos presentes no FS, conforme relatos anteriores de DUNSFORD et al. (1989) e LI et al. (1991b). LI et al. (1991b) observaram menor altura das vilosidades e maior profundidade da cripta no intestino de leitões alimentados com FS, comparados com aqueles alimentados com dietas contendo proteína do leite, proteína concentrada de soja ou proteína concentrada de soja extrusada. DUNSFORD et al. (1989) observaram menor altura das vilosidades e maior profundidade da lâmina própria em leitões alimentados com dietas

contendo farelo de soja como principal fonte de proteína, em comparação àqueles que receberam as dietas contendo caseína. De acordo com HANKINS et al. (1992), o fato de que uma resposta imune específica à proteína da soja é provocada após a ingestão oral desta proteína indica que esta resposta imune pode estar envolvida nos distúrbios digestivos que ocorrem no desmame.

A redução da AMM e da incidência de diarreia ocorridas no experimento 1 indica que o processamento para obtenção da PTS utilizada naquele experimento efetivamente provocou a desnaturação das proteínas antigênicas neste produto.

Conclusões

A substituição parcial do farelo de soja pela proteína texturizada de soja na dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade melhorou o desempenho no período inicial após o desmame, porém, este efeito nem sempre se prolonga até o final da fase de creche. Não foi possível estimar o melhor nível de substituição do farelo de soja por proteína texturizada de soja.

A substituição do FS pela PTS na dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade proporcionou redução na frequência e na duração da diarreia após o desmame.

Referências Bibliográficas

BERTOL, T.M., LUDKE, J.V. 1999. Determinação do balanço de energia e nitrogênio de alguns alimentos com leitões na fase inicial. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 28(6):1296-1304.

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.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves. *Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves*. 3. ed. Concórdia, 1991. 97p. (EMBRAPA-CNPASA. Documentos, 19).

FRIESEN, K.G., NELSEN, J.L., BEHNKE, K.C. 1992. Effect of extrusion parameters. *Feed International*, 13(9):50-55.

FRIESEN, K.G., NELSEN, 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.

HANKINS, C.C., NOLAND, P.R., BURKS Jr., A.W. et al. 1992. Effect of soy protein ingestion on total and specific immunoglobulin G concentrations in neonatal porcine serum measured by enzyme-linked immunosorbent assay. *J. Anim. Sci.*, 70:3096-3101.

HANCOCK, J.D., PEO JR., E.R., LEWIS, A.J. et al. 1990. Effects of ethanol extraction and duration of heat treatment of soybean flakes on the utilization of soybean protein by growing rats and pigs. *J. Anim. Sci.*, 68(10):3233-3243.

LI, D.F., NELSEN, 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., NELSEN, J.L., REDDY, P.G. et al. 1991a. Interrelationship between hypersensitivity to soybean proteins and growth performance in early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 69(10):4062-4069.

LI, D.F., NELSEN, J.L., REDDY, P.G. et al. 1991b. Measuring suitability of soybean products for early-weaned pigs with immunological criteria. *J. Anim. Sci.*, 69(8):3299-3307.

MILLER, B.G., NEWBY, T.J., STOKES, C.R. et al. 1984. Influence of diet on postweaning malabsorption and diarrhoea 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.

MORÉS, N., SOBESTIANSKY, J., BARIONI JUNIOR, W. et al. 2000. Fatores de risco associados aos problemas dos leitões na fase de creche em rebanhos da região sul do Brasil. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 52(3):191-199.

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. 01 CD-ROM.

VANDERGRIFT, W.L. 1985. Use of soybeans in pig diets. *Pig News and Information*, 6(3):281-285.

Recebido em: 11/09/99

Aceito em: 28/09/00