

# MACERAÇÃO E TEMPO DE AQUECIMENTO NA QUALIDADE BIOLÓGICA DA SOJA INTEGRAL PARA SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO<sup>1</sup>

MESSIAS ALVES DA TRINDADE NETO<sup>2</sup>, HACY PINTO BARBOSA<sup>2,3</sup>, IZABEL MARIN PETELINCAR DE SORDI<sup>2</sup> e MARIA REGINA BARBIERI DE CARVALHO<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Projeto financiado pela FAPESP (Processo no. 95/0243-0)

<sup>2</sup> Centro de Nutrição e Alimentação Animal, Instituto de Zootecnia, Rua Heitor Penteado, 56, Centro, Caixa postal 60, 13460-000- Nova Odessa, SP.

<sup>3</sup> Bolsista do CNPq

<sup>4</sup> Departamento de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal da FCAV/UNESP- Campus de Jaboticabal, Rod. Carlos Tonnani, km5, 14870-000- Jaboticabal, SP.

**RESUMO:** A soja integral foi submetida à maceração e processo térmico para avaliação química e biológica em suínos na fase de crescimento. A temperatura empregada foi de 120°C durante 20, 30, 40, 50 e 60 minutos. Foram determinados a composição química, atividade ureática (AU), solubilidade protéica (SP), inibidores de tripsina (UTI/mg), hemaglutinina (UH/mg), matéria seca digestível (MSD), digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB) e do extrato etéreo (DAEE), proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM). Foram utilizados 24 suínos machos castrados híbridos comerciais, com peso inicial de  $34,46 \pm 0,67$ kg. Adotou-se o método da coleta total de fezes e urina, utilizando-se o óxido de ferro como marcador fecal na proporção de 2% da matéria seca da dieta. Os ingredientes testes substituíram 30%, na base da matéria seca, da dieta referência. Os valores médios expressos na base de matéria seca para ED e EM (kcal/kg) foram respectivamente: soja 20' (4533 e 4348), soja 30' (4486 e 4347), soja 40' (4448 e 4258) soja 50' (4174 e 4054) e soja 60' (4318 e 4147). O tempo de aquecimento e a maceração foram determinantes na redução dos fatores antinutricionais (FAN) e no valor biológico da soja integral.

**Termos para indexação:** Fatores antinutricionais, tempo de aquecimento, umidade.

## MACERATION AND HEAT TIME ON BIOLOGICAL QUALITY OF FULL FAT SOYBEAN FOR PIGS IN THE GROWING PHASE

**SUMMARY:** The full fat soybean was submitted to maceration and thermic process for chemically and biologically evaluation by pigs in growing phase. The temperature utilised was 120 °C for 20, 30, 40, 50 and 60 minutes. The chemical composition, urease activity (UA), protein solubility (PS), trypsin inhibitor activity (TIU/mg), haemagglutinins (HU/mg), digestible dry matter (DDM), apparent digestibility of crud protein (ADCP), digestibility of ether extract (DEE), digestible protein (DP), digestible energy (DE) and metabolizable energy (ME) were measured. It was used 24 comercial hibrids barrows with  $34,46 \pm 0,67$  kg. The method employed was the one of total feces and urine collection using ferric oxide as fecal marker in the proportion of 2% of the diet dry matter. The ingredients were substituted for 30% of the basal diet, in the dry matter bases. The average values of the feedstuffs expressed on the dry matter bases for DE and ME (kcal/kg) were respectively: soy bean 20 min (4533 and 4348), 30 min. (4486 and 4347), 40 min. (4448 and 4258), 50 min. (4174 and 4054), 60 min. (4318 and 4147). The time of heat and the maceration were determinants on the reduction of antinutritional factors (ANF) and on the byological value of full fat soybean.

**Index terms:** Antinutritional factors, heating time, moisture.

## INTRODUÇÃO

Os grãos das leguminosas, “in natura”, apresentam substâncias prejudiciais ao metabolismo digestivo dos animais monogástricos. Como fonte protéica e devido à energia suplementar, existe grande interesse em utilizar a soja integral na alimentação de suínos. No entanto, o grão de soja possui fatores antinutricionais (FAN) ou tóxicos responsáveis por alterações fisiológicas prejudiciais aos suínos (DANIELSON, 1985). Os dois maiores FAN encontrados em leguminosas são os inibidores de proteases e hemaglutininas (GATEL, 1994). Os inibidores de proteases são substâncias pépticas (alfa-globulinas) que se complexam com a tripsina e quimotripsina, formando compostos de difícil dissociação, prejudicando a digestão das proteínas, enquanto as hemaglutininas aglutinam os glóbulos vermelhos ou reagem na parede intestinal, reduzindo a capacidade de absorção dos nutrientes, com prejuízos ao crescimento dos animais (GATEL, 1994 e LIENER, 1994).

Os indicadores mais utilizados para avaliar a eficiência da inativação dos FAN e tóxicos presentes na soja grão são a atividade ureática (AU), solubilidade protéica (SP), atividade antitripsina (UTI) e hemaglutinina (UH), de acordo com ARABA e DALE (1990) e PARSONS et al. (1991). O processamento por calor é um método efetivo na redução da atividade dos FAN. Porém, para serem inativados, dependem da temperatura, duração do tratamento térmico, tamanho da partícula e umidade (LIENER, 1994; KAANKUKA et al., 1996). SEERLEY et al. (1974) verificaram que o aquecimento da soja integral à temperatura de 100°C por 10 a 20 minutos com umidade de 10 e 20% não era suficiente para destruição dos FAN. Porém, HERKELMAN et al. (1991) processaram a soja integral em autoclave, a 121°C em diferentes tempos, verificando redução de 24,0 para 1,3 mg/g a UTI, de 2,13 para 0,00 a AU e de 75 para 35% a SP. Os valores de UH na soja integral encontravam-se em torno de 12,8/mg, na base da matéria seca.

Na soja integral, os efeitos da fervura ou umidificação (imersão) em água, durante 10 minutos para subsequente tostagem durante 30 a 40 minutos, foram eficazes no desempenho de leitões, quando comparado ao método de tostagem a seco (NUNES e DIERCK (1993). Para MARTY e CHAVEZ (1993), os diferentes processamentos térmicos comerciais da soja integral podem afetar, diferentemente, a digestibilidade da matéria seca para suínos na fase inicial, crescimento e terminação. Estudando os efeitos da duração do cozimento da soja integral a 100°C durante 15, 20, 25 ou 30 minutos, KAANKUKA et al. (1996) verificaram que

a digestibilidade aparente da matéria seca, do extrato etéreo e retenção de nitrogênio aumentaram linearmente com o tempo de cozimento.

Objetivou-se no trabalho avaliar os efeitos da maceração e do tratamento térmico no valor nutricional da soja integral para suínos em fase de crescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Instituto de Zootecnia em Nova Odessa – SP, em fevereiro de 1998. A soja integral usada foi adquirida no mercado, sem especificidade de variedade. No preparo das amostras, inicialmente, a soja integral ficou imersa em água corrente por 12 horas e subsequente escorrimento durante 4 horas. Em seguida foi submetida ao tratamento térmico em tostador misturador do tipo giratório, acoplado a motor elétrico, com aquecimento a gás metano. A temperatura média obtida foi de 120°C, e os tempos de tratamento térmico: 20, 30, 40, 50 e 60 minutos. Uma vez processada, a soja grão foi seca em estufa com circulação forçada de ar a 65°C. Amostras foram retiradas para análises bromatológicas e determinação das atividades ureática (AU), inibidor de tripsina (UTI), hemaglutinina (UH), solubilidade protéica (SP). No ensaio de metabolismo foram utilizados 24 suínos machos castrados híbridos comerciais com peso inicial de  $34,46 \pm 0,67$ kg. O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições. O critério para formação dos blocos foi o peso vivo inicial.

Os tratamentos foram: ração referência e cinco rações testes, correspondentes à soja processada durante 20, 30, 40, 50 e 60 minutos. A composição da ração referência à base de milho e farelo de soja suplementada com minerais e vitaminas contendo 18% de proteína bruta (PB), pode ser observada no Quadro 1.

Os ingredientes substituíram 30% da ração referência, na base da matéria seca. A quantidade de ração fornecida foi calculada com base na matéria seca e peso metabólico ( $\text{kg}^{0,75}$ ) de cada animal, dentro do mesmo bloco experimental. O período experimental foi de treze dias, sendo oito para adaptação às gaiolas e rações e cinco dias para coleta de fezes e urina. Adotou-se o método da coleta total de fezes e urina, utilizando-se o óxido de ferro como marcador fecal na proporção de 2% da matéria seca da dieta, os demais procedimentos realizados de acordo com FIALHO et al. (1979). Os valores dos coeficientes aparentes de digestibilidade da MS, PB, EE e energias digestível (ED) e metabolizável foram determinados de acordo com a fórmula de MATTERSON et al. (1965).

**Quadro 1. Composição centesimal da ração referência**

Ingredientes	Nível de inclusão(%)
Milho moído <sup>1</sup>	71,00
Farelo de soja <sup>1</sup>	26,00
Fosfato bicálcico <sup>1</sup>	1,30
Calcário calcítico <sup>1</sup>	0,90
Sal comum	0,40
Mistura vitamínica <sup>2</sup>	0,30
Mistura mineral <sup>3</sup>	0,10
<b>Composição química- Valores analisados</b>	
Matéria seca (%)	87,31
Proteína bruta (%)	18,71
Fibra bruta (%)	3,22
Extrato etéreo (%)	2,55
Matéria mineral (%)	4,42
Cálcio (%)	0,96
Fósforo total (%)	0,54
Lisina (%)	0,85

<sup>1</sup> Composição química avaliada dos alimentos: Milho 8,6% PB; Farelo de soja 46,02% PB. Fosfato bicálcico 23,96% Ca e 20,77% P e Calcário calcítico 38,8% de Ca.

<sup>2</sup> Contendo por quilograma de produto: vit. A 2.250.000 UI, vit. D3 450.000 UI, vit. E 4.500mg, vit. K3 400mg, vit. B2 1000mg, vit. B6 350mg, vit. B12 4500mcg, Niacina 7500mg, Ác. Pantotênico 4000mg, Ác. Fólico 100mg, Biotina 25mg, Colina 75.000mg, Promotor de Crescimento 19.000mg, Antibiótico 16.500mg e Antioxidante 25.000mg.

<sup>3</sup> Contendo por quilograma de produto: Fe 80.000mg, Cu 12.000mg, Mn 70.000mg, Zn 100.000mg e Se 120mg.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os valores da matéria seca (MS) proteína bruta (PB) fibra bruta (FB) extrato etéreo (EE) matéria mineral (MM) extrativos não nitrogenados (ENN) energia bruta e dos fatores antinutricionais da soja integral macerada, submetida à temperatura de 120°C durante 20, 30, 40, 50 e 60 minutos podem ser observados no Quadro 2.

Os resultados obtidos para PB foram semelhantes aos encontrados por MARTY e CHAVEZ (1993) e McNIVEN e CASTELL (1996) porém, superiores aos relatados por EMBRAPA (1991) e FEDALTO et al. (1995). Enquanto KAANKUKA et al. (1995), verificaram aumento no teor de PB da soja integral quando foi submetida a cozimento na temperatura de 100°C durante 15, 20, 25 ou 30 minutos. Nos resultados das análises bromatológicas houve variações (não avaliadas por estatística) para o EE, solubilidade protéica, atividade antitripsina e hemaglutinina. A atividade ureática da soja integral em todos os tempos de processamento encontraram-se nos níveis estabelecidos pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 1989) para comercialização do farelo da soja. Os valores da solubilidade protéica de 40,21% (soja integral cozida por 20 minutos) aos respectivos 62,76 e 62,27% para a soja integral cozida por 50 e 60 minutos, de acordo com ARABA e DALE (1990) indicaram o superaquecimento

**Quadro 2. Valores analisados na soja integral macerada submetida a temperatura de 120°C em diferentes tempos**

Componentes analisados	Tempo de aquecimento (minutos)					
	0	20	30	40	50	60
Matéria seca (%) <sup>1</sup>	89,97	92,18	92,31	92,26	92,87	92,62
Proteína bruta (%) <sup>1</sup>	36,58	40,79	41,81	41,32	40,85	40,31
Fibra bruta (%) <sup>1</sup>	10,14	10,59	7,85	7,41	7,35	7,36
Extrato etéreo (%) <sup>1</sup>	12,16	15,57	20,36	20,41	20,64	20,60
Matéria mineral (%) <sup>1</sup>	4,72	4,91	4,76	4,77	4,69	4,94
Extrativos não nitrogenados (%) <sup>3</sup>	36,40	28,14	25,71	26,09	26,47	26,79
Energia bruta – kcal/kg <sup>1</sup>	5327	5812	5759	5681	5660	5681
Atividade ureática (dif.pH)	0,95	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
Solubilidade protéica (%) <sup>2</sup>	93,00	40,21	43,08	49,44	62,76	62,27
Inibidor de tripsina (UTI/mg de amostra) <sup>4</sup>	24,40	2,78	2,50	2,04	1,82	1,42
Hemaglutinina (UH/mg de amostra) <sup>4</sup>	12,80	4,00	NE	NE	NE	NE

<sup>1</sup> Análises realizadas no laboratório da MULTIMIX Produtos e Serviços Agropecuários Ltda. - Campinas/SP;

<sup>2</sup> Em KOH 0,2%

<sup>3</sup> Extrativos não nitrogenados obtido por diferença da soma de PB, EE, MM e FB por 100

<sup>4</sup> Expresso por mg de amostra - NE - não encontrado, análises realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos - UNESP - Jaboticabal/SP.

e, portanto, o valor nutritivo do alimento estaria prejudicado. Não obstante, na literatura existem controvérsias com relação ao valor da solubilidade da proteína como referencial para o processamento adequado da soja integral ou farelo. Segundo DALE (1988) a solubilidade protéica desejável estaria entre 85 e 73%, mas sugeriu novos estudos para determinar com maior exatidão estes limites.

Os valores dos fatores antinutricionais, expressos como inibidor de tripsina e hemaglutinina, dos 20 aos 60 minutos de processamento, ficaram próximos aos valores descritos por DALE (1988), KAANKUKA et al. (1996) e McNIVEN e CASTELL (1996), mas abaixo daqueles apresentados por MARTY e CHAVEZ (1993), FAN et al. (1995) e QIN et al. (1996) para o farelo de soja e nas formas integrais extrusada, "jet-exploded", micronizada e tostada. Os resultados indicaram a eficiência do processamento em atenuar os efeitos dos fatores antinutricionais a partir dos 30 minutos de processamento térmico.

Os valores de digestibilidade aparente da matéria seca (MSD), proteína bruta (DAPB), extrato etéreo (DAEE), energia (ED) e energia metabolizável (EM) da soja integral macerada submetida aos diversos tempos de processamento térmico, são apresentados no Quadro 3.

Embora, sob o ponto de vista biológico seja de difícil explicação, o efeito cúbico ( $Y = 67,63 + 1,8826X -$

$0,053048X^2 + 0,000449X^3$ ,  $R^2 = 0,79$ ) observado na DAPB indicou um limite de tempo entre 30 e 50 minutos no processamento térmico da soja integral submetida à maceração. Conforme a literatura consultada a digestibilidade da proteína tenderia à diminuição (ARABA e DALE, 1990; PARSONS et al., 1991; LIENER, 1994; MOREIRA et al. 1994).

Efeito cúbico também foi observado nos valores da energia digestível ( $Y = 3123,25 + 135,6863095X - 3,97071429X^2 + 0,033958333X^3$ ,  $R^2 = 0,86$ ) e metabolizável ( $Y = 3188,4 + 111,9535714X - 3,27410714X^2 + 0,027875X^3$ ,  $R^2 = 0,93$ ) da soja integral macerada, sob os tempos de processamento térmico empregados. Pelas respostas obtidas, os melhores valores das energias encontraram-se entre os tempos 25 e 53 minutos do processamento térmico.

Independente dos efeitos estatísticos observados para DAPB, ED e EM, isoladamente, estas variáveis não podem indicar o melhor tempo para o processamento da soja macerada. Além das variáveis analisadas considerações devem ser dadas, principalmente aos efeitos do processamento na eliminação dos FAN e no valor de solubilidade da proteína. No presente experimento o tempo de processamento térmico mais indicado ocorreu a partir de 30 minutos, quando foram observados a redução gradativa de inibidor da tripsina e não se encontrou hemaglutinina.

**Quadro 3. Efeitos do processamento térmico e maceração da soja integral sobre os coeficientes de digestibilidade aparente e valores da energia, com base na matéria seca<sup>1</sup>**

Componentes avaliados	Tempo de processamento – minuto					CV %	Teste F <sup>3</sup>		
	20	30	40	50	60		RL	RQ	RC
MSD (%) <sup>2</sup>	87,56	89,68	86,51	86,28	86,87	2,2	ns	ns	ns
DAPB(%) <sup>2</sup>	87,80	87,88	87,69	84,63	86,70	1,7	*	ns	*
DAEE(%) <sup>2</sup>	89,43	87,12	78,84	85,99	90,55	10,5	ns	ns	ns
ED (kcal/kg) <sup>2</sup>	4533,0	4486,0	4448,0	4174,0	4318,0	1,8	ns	ns	**
EM (kcal/kg) <sup>2</sup>	4348	4347	4258	4054	4147	1,9	ns	ns	*

<sup>1</sup> Soja integral submetida a temperatura de 120°C;

<sup>2</sup> Valores determinados baseados em análises realizadas nos laboratórios de bromatologia do DZO - UFPA/MG e Instituto de Zootecnia - Nova Odessa/SP;

<sup>3</sup>. RL: regressão linear, RQ: regressão quadrática, RC: regressão cúbica; \*, P<0,05; \*\*, P<0,01

A DAPB e os valores de ED e EM foram próximos aos relatados pela EMBRAPA (1991). No entanto, a MSD e o DAPB resultantes dos processamentos da soja integral estão acima dos relatados por MARTY e CHAVEZ (1993), FAN et al. (1995), KAANKUKA et al. (1996) e QIN et al. (1996). A DAEE foi semelhante aos resultados citados na literatura consultada, quando a soja integral foi submetida aos processos de extrusão, "jet sploded", micronização, tostagem e cozimento para leitões na fase inicial de crescimento (KAANKUKA et al., 1996; QIN et al., 1996). Contudo, a variação de ED e EM não foram compatíveis com a DAEE ( $P>0,05$ ) à medida em que se aumentou o tempo de aquecimento da soja integral.

Os resultados apresentados no Quadro 3 confirmaram as afirmações de ARABA e DALE (1990) de que os valores de digestibilidade dos nutrientes e das ED e EM podem ser afetados pela temperatura e tempo de aquecimento. No entanto, o processo de maceração antes do tratamento térmico, possivelmente tenha assegurado melhor qualidade do produto, quando comparado aos resultados da literatura para outros tipos de processamento, sobretudo a seco.

Considerando 89,97% de MS na soja grão crua, após o período de imersão e escorrimento, retenção de água total (RA) aproximou-se de 142%, incluindo a água coloidal.

Tendo em vista a redução dos valores de UTI, UH e pelos resultados apresentados no Quadro 3, o processamento, na temperatura e tempos estudados,

foram eficientes, sobretudo se compararmos aos dados obtidos por FAN et al. (1995) e QIN et al. (1996) com soja extrusada e tostada.

No Quadro 4 são apresentados os valores de digestibilidade e bromatológicos da soja sob os diferentes tempos, à temperatura de 120 °C, expressos com base na matéria natural, como são apresentados nas tabelas de composição dos alimentos, destinadas à formulação de ração.

Em função dos valores e respostas estatísticas, recomenda-se novos estudos com o processo de maceração, visando, sobretudo, a uniformidade no processo térmico e consequente controle de qualidade do produto final.

## CONCLUSÕES

Após o processamento, a presença dos FAN não afetaram a digestibilidade da soja integral.

O tempo de aquecimento e a maceração do grão foram determinantes na redução dos fatores antinutricionais e no valor biológico.

Nas condições empregadas, o tempo de processamento recomendado para soja macerada deve ser no mínimo 30 minutos.

**Quadro 4. Composição bromatológica da soja integral macerada submetida a temperatura de 120°C em diferentes tempos<sup>1</sup>**

Tempo de aquecimento <sup>2</sup>	MS %	PB %	PD %	Ca %	P %	ED kcal/kg	EM kcal/kg
20	92,18	40,79	35,81	0,23	0,63	4179,0	4008,0
30	92,31	41,81	36,74	0,23	0,62	4141,0	4013,0
40	92,26	41,32	36,23	0,23	0,63	4104,0	3928,0
50	92,87	40,85	34,57	0,23	0,51	3876,0	3765,0
60	92,62	40,31	34,94	0,23	0,58	3999,0	3841,0

<sup>1</sup> Valores expressos na base da matéria natural;

<sup>2</sup> minutos

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARABA, M.. DALE, N.M. Evaluation of protein solubility as an indicator of underprocessing of soybean meal. *Poul. Sci., Champaign*, v.69, n.10, p.1749-1752, 1990.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Padrões oficiais de matérias primas destinadas a alimentação animal. Brasília, 1989. 40 p.
- DALE, N. M. Solubilidad de la proteína: indicador del procesado de la harina de soya. *Avicultura Professional*, v.5, n.4, p.122-126, 1988.
- DANIELSON, M. Raw soybeans in pig feeding. *Pig News Information, Schinfield*, v.6, n.1, p.35-41, 1985.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. 3. ed. Concórdia: CNPSA, 1991. 97 p. (Documentos, 14).
- FAN, M.Z. et al. Amino acid digestibility in soybean meal, extruded soybean and full-fat canola for early-weaned pig. *Anim. Feed. Sci. Technol., Amsterdam*, v.57, n.4, p.313-324, 1995.
- FEDALTO, L.M. et al. Efeito do processamento da soja integral pelo calor seco sobre o desempenho de leitões na fase inicial. *Agrárias, Curitiba*, v.14, n.112, p.41-54, 1995.
- FIALHO, E.T. et al. Efeito do peso vivo sobre o balanço energético e protéico de rações a base de milho e sorgo com diferentes conteúdos de tanino para suínos. *R. Soc. bras. Zoot., Viçosa*, v.8, n.3, p.386-397, 1979.
- GATEL, F. Protein quality of legume seeds for non-ruminant animals: a literature review. *Anim. Feed. Sci. Technol., Amsterdam*, v.45, n.3, p.317-348, 1994.
- HERKELMAN, K. L. CROMWELL, G.L., STAHLY, T. S. et al. Effects of heating time and sodium metabisulfite on the nutritional value of soybeans for weanling pigs.; *J. Anim. Sci., Champaign*, v.69, Supp., 1 p.371, 1991.
- KAANKUKA, F.G. et al. Effects of duration of cooking of full-fat soya beans on proindole acid synthesis, levels of antinutritional factors, and digestibility by weanling pigs. *Anim. Feed. Sci. Technol., Amsterdam*, v.62, n.44, p.229-237, 1996.
- LIENER, I.E. Implications of antinutritional components in soybeans foods. *Ant. R. Food. Sci. Nutr.*, v.34, n.1, p.31-67, 1994.
- MARTY, B.J.; CHAVEZ, E.R. Effects of heat processing on digestible energy and other nutrient digestibilities of full-fat soybeans fed to weaner, grower and finisher pigs. *Can. J. Anim. Sci., Ottawa*, v.73, n.2, p.411-419, 1993.
- MATTERSON, L.D. et al. The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens. Connecticut, University of Connecticut, 1965. 11p (Research Report, 7).
- McNIVEN, M. A.; CASTELL, A. G. High protein soybean as a source of protein and energy for starter pig. *Can. J. Anim. Sci., Ottawa*, v.76, n.3, p.417-422, 1996.
- MOREIRA, I. ROSTOGNO, H. S., COELHO, D. T. et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados a calor. *R. Soc. Bras. Zoot., Viçosa*, v.23, n.6, p.916-929, 1994.
- NUNES, J.R.U.; DIERCK, S.M.A.G.. Efeito do processamento da soja crua sobre o desempenho de leitões. *Arq. Bras. Vet. Zoot., Belo Horizonte*, v.45, n.5, p.511-517, 1993.
- PARSONS, C.M. HASHIMOTO, K. WEDEKIND, K.J. et al. Soybean protein solubility in potassium hydroxide: An in vitro test of in vivo protein quality. *J. Anim. Sci., Champaign*, v.69, n.7, p.2918-2924, 1991.
- QIN, G. et al. Thermal processing of whole soya beans: studies on the inactivation of antinutritional factors and effects on ileal digestibility in piglets. *Anim. Feed. Sci. Technol., Amsterdam*, v.57, n.4, p.313-324, 1996.
- SEERLEY, R.N. et al. Effect of weaning age and feeding method on digestive enzyme development in swine from birth to ten weeks. *J. Anim. Sci., Champaign*, v.39, n.6, p.1082-1091, 1974.