

Artigo Número 14

SOJA INTEGRAL EXTRUSADA NA ALIMENTAÇÃO DE AVES E SUÍNOS

Gladstone Brumano¹ & Gustavo Gattás

Introdução

Desde o início do século, com os trabalhos de Osborne & Mendel (1917) sobre o valor nutritivo da soja, realizados com ratos, reconhece-se à necessidade do tratamento térmico na viabilização dessa leguminosa para alimentação de animais monogástricos. A partir destes trabalhos, vários pesquisadores se dedicaram a estudar os fatores antinutricionais da soja, entre os quais os mais importantes são: os inibidores de proteases ou anti-trípticos (Bowman, 1944; Kunitz, 1945; Birk *et al.*, 1963 e Liener & Kakade, 1980), e as hemaglutininas ou lectinas (Liener, 1951 e Jaffé, 1980).

Com a identificação dos fatores antinutricionais da soja, e, com o reconhecimento da necessidade do tratamento térmico, para desativação de tais compostos, as indústrias de extração de óleo se equiparam para produzir o farelo de soja, sob condições adequadas para o uso dessa matéria prima nas rações animais.

O farelo de soja responde atualmente por mais de 80% do total das fontes protéicas na fabricação de rações para aves e suínos. A limitação de ingredientes na fabricação de rações animais torna todo o sistema de produção altamente vulnerável às oscilações do mercado de matéria-prima de rações. Assim, a preocupação em se buscar fontes alternativas capazes de substituir o farelo de soja é plenamente justificável, uma vez que a diversificação do mercado de matérias-primas confere maior estabilidade ao sistema de produção de aves e suínos.

Dentro dessa perspectiva, a soja integral extrusada mostra-se como uma opção vantajosa, graças à quantidade e qualidade de suas proteínas, como também ao seu valor energético.

O farelo de soja integral extrusada, como o próprio nome diz é proveniente do processo de extrusão, onde o incremento de temperatura e pressão é responsável pela desativação de toxinas contidas no grão sem que haja perda nutricional. Este trabalho objetivou descrever e discutir sobre o uso da soja integral extrusada na alimentação de aves e suínos.

Processo de Extrusão

Extrusão é um processo de cozimento à alta pressão, umidade e temperatura, em curto espaço de tempo. Este conjunto de fatores distingue a extrusão de outros tratamentos utilizados no processamento de dietas (O'Connor, 1987) tais como: peletização, floculação ou tostagem. Segundo Andriquetto *et al.* (1981), as rações e matérias-primas extrusadas promoveram aumento de peso e eficiência alimentar em animais e, em alguns casos, melhoraram significativamente a palatabilidade dos ingredientes ou rações. O amido é o principal componente energético dos grãos de cereais (55 a 77%) e, no processo de extrusão, devido a suas características, contribui na expansão e coesão do produto final, além de ser gelatinizado (Harmann e Harper, 1974) a uma temperatura de 50 a 80°C, quando o amido torna-se solúvel (tanto em água fria como em água quente) absorvendo grande quantidade de água (Bataglia, 1990; Goelema, 1999), o que resulta em melhor digestão enzimática devido a maior

¹ gbrumano@yahoo.com.br

facilidade para absorção das enzimas (Mello JR., 1991). A melhoria na utilização do amido é dependente dos métodos de processamento, das fontes de amido utilizadas e da espécie animal (Theurer, 1986).

As barreiras físicas para a digestão do amido incluem a cutícula da semente, a matriz protéica que envolve os grânulos de amido e a baixa solubilidade do amido, por si só.

Alguns processos como a trituração, por exemplo, rompem a Cutícula, mas normalmente têm pouco efeito sobre a matriz protéica que envolve o amido ou sobre sua solubilidade. A utilização mais completa do amido requer um maior grau de rompimento do grânulo de amido, que pode ser obtido através do processamento a vapor apropriado.

Os tratamentos que envolvem umidade, calor e pressão causam o rompimento da matriz protéica que recobre e encapsula o grânulo de amido e aumentam a sua eficiência de utilização (Owens, 1986). Segundo Thomas et al. (1998), o principal fator que contribui para mudanças do amido é o vapor. Aumentando-se a pressão de vapor, aumenta-se o grau de gelatinização do amido e, com tempo maior de permanência da mistura no canhão, ocasiona-se melhor absorção da umidade e aumento no tamanho da partícula do amido, devido à dilatação pela hidratação. Durante o processo de extrusão ocorre desnaturação protéica; um conjunto de alterações na conformação domes e Aguilera, 1984; Neto 1992; Araújo, 1999). A proteína desnaturada é mais sensível à hidrólise pelas enzimas proteolíticas, e, em muitos casos a sua digestibilidade e utilização aumentam (Araújo 1999). Esse processo é benéfico para os alimentos, quando provoca uma desnaturação parcial na molécula protéica. A utilização da pressão na extrusão faz com que este processo apresente algumas vantagens em relação aos demais tipos de processos, tais como: inibição de fatores antinutricionais; minimização das reações de Maillard devido ao brevíssimo tempo de retenção dentro do extrusor (Bataglia, 1990); retardamento na rancificação das gorduras (Pablos, 1986; Herkelman, 1990) aumento na digestibilidade do óleo por tornar-se mais disponível para os animais (Sakomura, 1996) e diminuição nas perdas de vitaminas, principalmente as lipossolúveis (Neto, 1992).

Complexos de lipídios com amilose podem ser formados durante o processamento de alimentos, incluindo a extrusão (Bhatnagar e Hanna, 1994). A formação do complexo amilose-lipídio reduz a extração de lipídios por éter de materiais extrusados, e vários autores têm reportado decréscimo na extração de gordura após a extrusão. Delort-Laval e Mecier (1976) encontraram que somente 40-55% dos lipídios presentes em materiais fibrosos puderam ser extraídos com éter dietílico após a extrusão. Nierle (1980), usando diferentes solventes, obteve em média 40% de extração da gordura original do milho extrusado. Björck (1984) e Asp e Björck (1984) reportaram baixo conteúdo de gordura aparente após extração com hexano, mas a recuperação total em ingredientes fibrosos deu-se quando a hidrólise ácida precedeu a extração de gordura. Maga (1978) por outro lado, recuperou 15% a menos em relação ao conteúdo de gordura original do alimento extrusado, após a hidrólise ácida.

Composição Química, Energia e Digestibilidade

O valor energético da soja integral, processada para aves, depende do tipo de processamento empregado. No entanto, em termos gerais, o conteúdo de energia metabolizável (EM) oscila entre 3.300 e 4.273 kcal/kg. (Navarro, 1991).

Café et al. (2000) testou dois tipos de sojas integrais processadas, disponíveis no mercado de matérias-primas de rações animais: soja integral extrusada (Nutremix Premix e Rações Ltda. Monte Alto, SP), e a soja integral tostada (Agropastoril Ltda. - Lapa, PR). O farelo de soja foi reconstituído com óleo, para comparação com as sojas integrais. A reconstituição lipídica do farelo de soja foi feita para aproximar a

composição das sojas integrais, na proporção de 17 partes de óleo de soja para 83 partes de farelo, com base na matéria natural. As composições químicas em energia bruta, macro e microminerais e das sojas testadas encontram-se nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Composição bromatológica e valores de energia bruta das sojas integrais processadas e do farelo de soja. Fonte: Café et al. (2000).

Composição	Soja Extrusada	Soja Tostada	Farelo de Soja ²
Matéria Seca (%)	93,83	87,84	87,82
Proteína Bruta (%)	37,83	34,93	45,27
Extrato Etéreo (%)	19,55	18,67	1,92
Fibra Bruta (%)	4,59	4,31	4,93
Matéria Mineral (%)	4,57	4,37	5,38
Energia Bruta (kcal/kg)	5.296	4.935	4.027

1 - Valores Expressos com base na Matéria Natural.

2 - Sem reconstituição de óleo

Tabela 2 – Composição de macro e microminerais das sojas integrais processadas e do farelo de soja

Minerais	Soja Extrusada	Soja Tostada	Farelo de Soja
Cálcio (%)	0,47	0,39	0,40
Fósforo (%)	0,48	0,49	0,49
Potássio (%)	1,76	1,61	2,20
Magnésio (%)	0,33	0,26	0,30
Cobre (ppm)	18	32	33
Ferro (ppm)	20	24	29
Manganês (ppm)	47	37	41
Zinco (ppm)	61	54	59

1 - Valores Expressos com base na Matéria Natural.

Fonte: Café et al. (2000).

A composição bromatológica dos alimentos pode ser influenciada por vários fatores como solo, clima, variedade genética e segundo Albino *et al.* (1987) o processamento.

A tabela 3 apresenta os parâmetros de controle de qualidade das sojas testadas, avaliado pela atividade ureática, atividade hemaglutinante e solubilidade da proteína.

Tabela 3 – Atividade ureática, atividade hemaglutinante e solubilidade da proteína das sojas processadas e do farelo de soja

SOJA	Urease ¹ (dif pH)	Solubilidade da Proteína. (%)	Atividade Hemaglutinante ¹ UH/mg PB.10 ⁻¹⁰
Extrusada	0,06	83,39	6,41
Tostada	0,44	83,98	16,13
Farelo de Soja	0,08	84,29	6,29

¹ - UH = Unidade Hemaglutinante por mg de proteína

Café et al. (2000).

Fonte:

Na tabela 4 estão apresentados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDEEap) e verdadeira (CDEEv) do extrato etéreo das sojas integrais e do farelo de soja com adição de óleo.

Tabela 4 – Coeficientes de Digestibilidade Aparente (CDEEap) e Verdadeira (CDEEv), do extrato etéreo das sojas processadas e do farelo mais óleo, expressos em porcentagem

Sojas	Tradicional Pintos (CDEEap)	Tradicional Galos (CDEEap)	Sibbald Galos (CDEEv)
FS + Óleo	76,45 ± 4,3 ab ¹	87,77 ± 1,5 a	93,81 ± 2,6 a
Extrusada	79,64 ± 2,4 a	92,40 ± 4,6 a	92,11 ± 1,6 a
Tostada	73,18 ± 3,6 b	72,57 ± 5,5 b	77,13 ± 5,5 b
F (trat)	11,50 ^{**2}	35,88 ^{**}	38,62 ^{**}
C.V. (%)	5,04	5,03	4,13

¹ - Médias seguidas de letras diferentes na coluna são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey (p<0,05).

² - ^{**}(p < 0,01).

Fonte: Café et al. (2000).

O processo de extrusão promove liberação da gordura intracelular, tornando-a mais disponível e facilitando a digestão e absorção das gorduras. O óleo adicionado ao farelo de soja, por estar na forma livre, também proporciona melhores condições para o aproveitamento das gorduras. Por outro lado, no processo de tostagem a vapor, não ocorre ruptura das membranas celulares, conseqüentemente o óleo permanece intracelular, dificultando o aproveitamento pelas aves.

Segundo Harper (1981), uma das vantagens do processo de extrusão é que a gordura é liberada das células da soja que contêm óleo.

Na tabela 5 estão os valores de energia metabolizável aparente corrigidos (EMAn) e energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) obtidos para os diferentes tipos de soja, expressos na matéria seca (MS).

Há grande variação nos valores de energia metabolizável para a soja integral processada, relacionados em tabelas de composição dos alimentos, ou em trabalhos de pesquisas. Estas variações são decorrentes das diferentes condições dos tratamentos aplicados, uma vez que não existe padronização de temperatura, tempo, umidade e

pressão. Estes autores concluíram que as sojas testadas apresentaram composições bromatológicas semelhantes e que os valores de energia metabolizável obtidos para a soja extrusada foram superiores aos encontrados para a soja tostada pelo vapor e para o farelo de soja com adição de óleo.

Tabela 5 – Valores de Energia Metabolizável Aparente (EMAn) e Energia Metabolizável Verdadeira Corrigida (EMVn) expressos na matéria seca das sojas processadas e do farelo de soja mais adição de óleo

SOJAS	E n s a i o s		
	Tradicional Pintos (EMAn)	Tradicional Galos (EMAn)	Sibballd Galos (EMVn)
FS + óleo	3.321 ± 57 a ¹	3.548 ± 214	3.760 ± 302
Extrusada	3.630 ± 176 b	3.961 ± 429	3.887 ± 275
Tostada	3.383 ± 115 a	3.561 ± 253	3.765 ± 326
F (Trat.)	8,16 ^{**} 2	3,36 ns	0,29 ns
C.V.(%)	3,68	8,49	7,94

1 - Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

2 - NS - Não significativo, ** (p < 0,01).

Fonte: Café et al. (2000).

Café et al. (2000) em outro experimento, determina a composição em aminoácidos das sojas extrusada e tostada e do farelo de soja (tabela 6).

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos encontrados por este autor, obtidos para as sojas integrais e para o farelo de soja com incorporação de óleo são apresentados na tabela 7. Estes autores concluem que o farelo de soja e a soja extrusada apresentam digestibilidade dos aminoácidos semelhantes entre si.

De acordo com Bataglia (1990), as macromoléculas de proteína formam uma estrutura globular tridimensional amorfa e organizada. Em temperaturas bastante elevadas pode tornar-se uma massa plasticizada. Com o efeito da temperatura e pressão do extrusor, as cadeias protéicas são desnaturadas. À medida que a temperatura e o conteúdo de água aumentam, ocorre um desenrolamento da proteína e perda de sua forma globular tridimensional. Para que isso ocorra, as ligações iônicas, dissulfídicas, de hidrogênio e as forças de Van der Waals, que mantêm a sua estrutura são rompidas. A desnaturação da proteína facilita a atuação das enzimas proteolíticas, favorecendo a digestão e absorção dos aminoácidos. Conforme Jackson & Dalibard (1995), a digestibilidade da proteína e dos aminoácidos pode ser afetada pelos processamentos da soja integral. Esses autores apresentam resultados publicados no "Nutrition Guide" (Rhône-Poulenc Animal Nutrition, 1993), que relacionam coeficientes de digestibilidade da soja extrusada 10% superiores aos da soja tostada, tanto para aves, como para suínos.

Tabela 6 – Composição em aminoácidos das sojas processadas e do farelo de soja

Aminoácido (%)	Soja Extrusada	Soja Tostada	Farelo de Soja
Ácido Aspártico	4,55	4,16	5,61
Ácido Glutâmico	6,93	6,29	8,51
Alanina	1,66	1,54	2,04
Arginina	2,90	2,63	3,49
Cistina	0,52	0,52	0,66
Fenilalanina	1,99	1,78	2,45
Glicina	1,71	1,48	1,99
Histidina	0,97	0,90	1,19
Isoleucina	1,75	1,58	2,10
Leucina	2,91	2,66	3,54
Lisina	2,42	2,24	2,90
Metionina	0,55	0,52	0,69
Serina	2,00	1,83	2,43
Tirosina	1,62	1,44	1,96
Treonina	1,47	1,38	1,82
Valina	1,78	1,60	2,15

Fonte: Café et al. (2000).

Desempenho de Frangos de Corte

O farelo de soja (FS) é a fonte protéica mais utilizada nas rações de frangos de corte. No entanto, a indústria avícola tem usado a soja integral processada como substituto do FS+óleo, uma vez que possui proteínas e lipídeos de alta qualidade que a torna uma importante fonte protéica e energética (Sakomura, 1996). Para Waldroup et al. (1985), o tipo de processamento e a origem da soja integral, podem ser responsáveis pelo conteúdo de energia metabolizável da soja que pode variar de 3.450 a 4.273 kcal de EM/kg. No entanto, Albino et al. (1992), determinaram o valor de 3.280 kcal/kg de EMA para a soja integral desativada (SID), utilizando a metodologia tradicional com pintos de 15 a 23 dias de idade. Estudos realizados com aves alimentadas à base de milho e soja integral extrusada (SIE) apresentaram melhores ganhos de peso e conversão alimentar (CA) em relação àquelas que receberam SID e FS como fonte protéica (Figueiredo et al., 1998). Sakomura et al. (1998), trabalhando com frangos de corte de 1 a 49 dias de idade avaliaram dois tipos de soja integral (extrusada e tostada a vapor), comparando com FS+óleo e concluíram que: os frangos tratados com soja processada tiveram desempenho semelhante, sendo superiores aos alimentados com FS + óleo.

Tabela 7 – Coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos das sojas integrais processadas e do farelo de soja + óleo, expressos em porcentagem

AMINOÁCIDO	SOJAS				CV(%)
	Extrusada	Tostada	Fs + óleo	F.(trat)	
Ácido Aspártico	92,4 ±2,9 a ¹	80,0 ±3,5 b	91,6 ±1,3 a	25,29**	3,15
Ácido Glutâmico	94,3 ±2,5 a	83,1 ±3,9 b	93,3 ±1,5 a	19,73**	3,11
Alanina	86,1 ±6,0 a	73,4 ±3,5 b	86,1 ±3,4 a	10,79**	5,46
Arginina	94,8 ±2,5 a	84,0 ±3,4 b	93,9 ±1,1 a	22,38**	2,79
Cistina	90,2 ±3,3 a	78,1 ±3,5 b	91,3 ±2,5 a	21,99**	3,61
Fenilalanina	91,5 ±3,4 a	78,3 ±3,8 b	90,3 ±1,8 a	21,62**	3,64
Histidina	93,7 ±3,1 a	82,1 ±3,8 b	92,6 ±1,3 a	19,45**	3,26
Isoleucina	91,0 ±4,0 a	77,9 ±4,3 b	89,4 ±2,5 a	14,70**	4,33
Leucina	90,6 ±4,4 a	77,6 ±3,8 b	89,8 ±2,4 a	16,01**	4,24
Lisina	92,2 ±3,6 a	80,8 ±4,2 b	91,8 ±1,7 a	17,07**	3,77
Metionina	89,1 ±5,1 a	74,7 ±3,3 b	88,8 ±1,8 a	19,91**	4,37
Serina	91,6 ±3,7 a	79,4 ±3,7 b	91,4 ±1,8 a	19,14**	3,65
Tirosina	90,5 ±4,2 a	77,4 ±3,8 b	89,8 ±2,7 a	17,28**	4,12
Treonina	89,3 ±4,4 a	77,1 ±3,4 b	89,3 ±2,3 a	16,80**	4,05
Valina	89,9 ±5,1 a	76,1 ±3,3 b	88,2 ±2,4 a	15,88**	4,44
Média	91,15	78,66	90,52	-	-

1- Médias seguidas de letras diferentes na horizontal, diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Fonte: Café et al. (2000).

Sakamoto et al. (2001) avaliando o desempenho de frangos de corte, alimentados com rações, contendo soja integral extrusada e soja integral desativada em substituição ao farelo de soja (tabela 8), concluem que as aves alimentadas com farelo de soja e soja integral extrusada apresentaram um melhor desempenho. Entretanto, as aves alimentadas com soja integral desativada não diferiram das alimentadas com soja integral extrusada.

Temperatura de Extrusão

O uso do calor recomendado para inativação dos fatores antinutricionais, presentes no grão da soja, como inibidores de proteases, lecitinas, antivitaminas causam modificação das propriedades nutricionais da proteína, alterando sua solubilidade, principalmente pela formação de ligações dissulfídicas, conferindo maior resistência à degradação pelos microorganismos do trato intestinal (Benchar et al., 1994), citado por Brisola, 1998). A umidade, o teor de glicídios solúveis e a temperatura são alguns fatores que determinam a eficiência do calor na proteção da proteína. Para tanto, medidas de controle de qualidade *in vitro*, como atividade ureática e inibidor de tripsina, têm sido usadas para verificar as condições de processamento (aquecimento) da soja integral (Almeida, 2000), pois o processamento

inadequado, principalmente excesso de calor, pode exercer efeito deletério sobre a qualidade da proteína como perda da palatabilidade, destruição de aminoácidos como cistina, lisina ou redução da sua biodisponibilidade (Rostagno, 2000; Moreira, 2000).

TABELA 8 - Desempenho de frangos de corte submetidos às rações com soja integral extrusada (SIE), soja integral desativada (SID) e farelo de soja 45% (FS)

Período (dias)	Alimento	Variáveis			
		Peso final (g)	Ganho de peso (g)	Cons. ração (g)	Conv. alimento (g/g)
1 a 7	SIE	162,37	114,47	153,19	1,340
	SID	165,43	117,63	152,10	1,290
	FS	163,74	116,14	156,67	1,350
	CV(%)	3,27	4,68	3,57	4,92
1 a 21	SIE	866,40	818,50	1147,00 a	1,401
	SID	870,40	822,60	1178,70 b	1,433
	FS	869,20	821,60	1169,20 ab	1,423
	CV(%)	1,80	1,91	2,20	2,40
1 a 35	SIE	2106,00	2058,10	2954,25	1,435 a
	SID	2102,08	2054,28	3042,62	1,481 b
	FS	2110,53	2062,93	2943,98	1,427 a
	CV(%)	2,53	2,59	3,40	2,18
1 a 40	SIE	2549,00	2501,00	3904,00	1,562 ab
	SID	2546,00	2498,00	3956,00	1,584 b
	FS	2575,00	2528,00	3904,00	1,545 a
	CV(%)	2,69	2,74	2,78	2,04

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Fonte: Sakamoto et al. (2001).

Oliveira et al. (2001) avaliando a temperatura ideal de extrusão da soja integral (125, 130,135,140°C) no sentido de maximizar sua produção em nível industrial e o desempenho de frangos de corte, recomenda o tratamento térmico com 125°C para as fases pré-inicial, inicial, crescimento (tabela 9) e terminação.

Tabela 9 - Resultados de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de crescimento (22 a 35 dias de idade)

Variáveis	Tratamentos				CV(%)
	1	2	3	4	
CR (kg/d)	1,702 ^a	1,762 ^a	1,717 ^a	1,715 ^a	5,248
GP (kg/d)	0,985 ^a	0,960 ^a	0,949 ^a	0,939 ^a	4,895
CA (kg/kg)	1,747 ^c	1,786 ^{bc}	1,854 ^a	1,823 ^{ab}	2,899

^a Médias com letras minúsculas na mesma linha não diferem (p>0,05) entre si pelo teste de Tukey.

^{ab,c} Médias com letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem (p<0,05) entre si pelo teste de Tukey.

Fonte: Oliveira et al. (2001).

Desempenho de Leitões

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 digerirem e absorverem os nutrientes provenientes de dietas fareladas nesta fase. Muitos ingredientes têm sido estudados com o objetivo 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 b-conglicinina, que provocam reações de hipersensibilidade transitória na mucosa intestinal (Miller et al., 1984a) e podem atuar como fator predisponente 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, destaca-se a proteína texturizada de soja (PTS), a proteína concentrada de soja (PCS) e a soja integral extrusada (SIE).

Bertol et al. (2001) objetivando avaliar a substituição de 50% do FS da dieta de desmame por soja integral extrusada (SIE), proteína texturizada de soja (PTS) e proteína concentrada de soja (PCS), encontram os seguintes resultados de desempenho (tabela 10).

Estes autores concluem que 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.

Desempenho De Suínos Crescimento – Terminação

O grão de soja contém aproximadamente 18% de óleo. E, numa dieta para suínos em crescimento, para se ajustar o nível protéico, este ingrediente estaria presente numa taxa de 28-30%, adicionando dessa forma, 5% a mais de óleo à ração, além do óleo proveniente do milho (2 a 3%). Uma dieta para suínos com tal nível de óleo resulta geralmente, numa melhoria de 3-5% no ganho de peso e de 38% na conversão alimentar. (Herckelman y Cromwell 1990).

O AOAC (1973) sugere que o farelo de soja com índices de uréase variando entre 0,2 e 0,02 seja considerado como adequadamente processado. Este valor poderia levar os animais que consumissem o produto a bons resultados no desempenho e que este fato foi também observado com o grão de soja aquecido (Seerleyet et al 1974). Contrariando esta observação, foi constatado que níveis mais elevados da taxa de uréase, encontrados em produtos derivados da soja integral, também resultaram num bom desempenho dos animais (Herckelman et al 1992).

Tabela 10 – Resultado de desempenho dos leitões de acordo como o tratamento

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.

Fonte: Bertol et al. (2001).

A enzima uréase não é considerada perigosa para os monogástricos, mas sua destruição pelo tratamento térmico está relacionada com a desativação dos fatores antinutricionais encontrados na soja, especialmente os inibidores da tripsina. Devido às variações de resposta do desempenho dos animais, frente a diversos níveis de uréase no grão de soja, não existe uma concordância entre os aminoácidos e sobre o seu uso como indicador do aquecimento adequado do produto (Herckelman et al 1992 e Nunes et al 1995). O ganho diário de peso dos suínos desmamados, alimentados com dietas à base de milho-farelo de soja com ou sem óleo foi superior ao ganho obtido com rações a base de grão de soja extrusada ou tostada (Herckelman e Cromwell 1990 e Li et al. 1990a) havendo uma pequena recuperação no período de crescimento-terminação.

Contrariamente, o desempenho dos suínos alimentados com soja integral tratada pelo processo de extrusão foi superior ao da tostagem e ambos foram melhores que o tratamento farelo de soja mais óleo (Hancock et al 1992). O processo melhorou também a digestibilidade da proteína e da energia (Marty y Chavez 1993).

Com as dietas contendo soja integral desnaturada pelo calor em meio alcoólico estas manifestações não são observadas (Hancock et al 1989), supondo-se, portanto, que este tratamento suprime o poder antigênico das proteínas maiores da soja. Segundo Li et al (1990b) o farelo de soja comercial, convencionalmente processado, contém alguns antígenos que podem causar uma transitória hipersensibilidade em suínos. O tratamento pela extrusão ou uma extração alcoólica pode eliminar a atividade antigênica das proteínas da soja, melhorando o crescimento dos leitões (Li et al 1991a).

A soja crua inibe o crescimento do animal e provoca hipertrofia das células do pâncreas em galinhas e ratos, e que este quadro pode ser revertido se a soja crua for substituída pelo farelo tostado (Anderson et al 1979).

Os monogástricos reagem à ingestão de produtos da soja por uma diminuição da taxa de crescimento e aumento do tamanho do pâncreas (hiperplasia e hipertrofia), (Liener 1989).

Nunes et al. (1991), objetivando verificar o efeito de diferentes processos de tratamento do grão de soja integral sobre o ganho de peso de suínos nas fases de pós-desmama, crescimento e terminação, onde as sojas processadas substituíram em 100% o farelo de soja nas rações, encontrou os seguintes resultados: (tabelas 11, 12 e 13).

Estes mesmos autores concluem que a soja extrusada pode substituir o farelo de soja para a mesma finalidade.

Tabela 11 - Efeito da soja sobre o ganho de peso de leitões (kg/dia)

FAIXA DE PESO	FARELO DE SOJA	SOJA EXTRUSADA	SOJA TORRADA	SOJA CRUA
19 - 40 KG	0,66a	0,59a	0,48a	0,24b
40 - 63 KG	1,08a	1,06a	0,83b	0,63b
63 - 88 KG	1,17a	1,04a	0,83b	0,64c
PERIODO TOTAL	0,97a	0,90ab	0,72b	0,51c

a b c= nas linhas, médias seguidas de letras diferentes são $P < 0,05$ pelo teste de Tukey

Tabela 12 - Efeito da soja sobre o consumo de ração (kg/dia)

FAIXA DE PESO	FARELO DE SOJA	SOJA EXTRUSADA	SOJA TORRADA	SOJA CRUA
19 - 40 KG	2,90a	3,03a	2,67ab	1,95b
40 - 63 KG	5,17a	5,33a	5,52a	5,14a
63 - 88 KG	6,45a	5,96a	6,06a	5,65a
PERIODO TOTAL	4,48a	4,65a	4,87a	4,25a

a b c nas linhas, médias seguidas de letras diferentes são $P < 0,05$ pelo teste de Tukey

Tabela 13 - Efeito da soja sobre a conversão alimentar de leitões (kg/kg)

FAIXA DE PESO	FARELO DE SOJA	SOJA EXTRUSADA	SOJA TORRADA	SOJA CRUA
19 - 40 KG	2,19a	2,26ab	3,14b	4,33c
40 - 63 KG	2,20a	2,77ab	3,33bc	4,13c
63 - 88 KG	2,78a	2,87a	3,62b	4,40c
PERIODO TOTAL	2,39a	2,63a	3,36b	4,28c

a b c nas linhas, médias seguidas de letras diferentes são $P < 0,05$ pelo teste de Tukey

Fonte: NUNES et al. (1991).

Custo

Considerando o preço médio da soja integral extrusada como sendo 30% a mais do valor médio da soja integral, temos o seguinte:

- Farelo de soja = R\$ 0,90 (kg)
- Óleo de soja = R\$ 3,50 (kg)
- Soja integral = R\$ 0,75 (kg)
- Soja integral extrusada = soja integral + 30% = $0,75 + 0,3 \times 0,75 = \text{R\$ } 1,00$ (kg)
- Farelo de soja + óleo = $0,90 \times 0,83 + 3,50 \times 0,17 = \text{R\$ } 1,34$ (kg)

Uma linha de extrusão para produzir 1000 kg/h custa em torno de R\$ 70 a R\$ 80 mil, segundo Bruna Mucci, do Departamento Técnico de Vendas da empresa Equipar Tecnologia Industrial Ltda.

Portanto, pode ser viável a compra de uma extrusora para a produção da soja integral extrusada utilizada na alimentação de aves e suínos, dependendo da quantidade de farelo de soja e de óleo de soja utilizados na ração.

Conclusões

A soja integral extrusada, bem processada, pode ser usada nas rações de aves e suínos sem restrições, não apresentando alterações no desempenho e qualidade das carcaças, tendo-se o cuidado com a energia.

Será viável o uso da soja integral extrusada desde que seja do mesmo preço ou mais barata que o farelo de soja + óleo.

Referências Bibliográficas

BERTOL, T.M.; MORES, N.; LUDKE, J.V.; FRANKE, M.R.; **Proteínas da Soja Processadas de Diferentes Modos em Dietas para Desmame de Leitões.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, V. 30, n.1, Viçosa, 2001.

CAFÉ, M.B.; SAKOMURAL, N.K.; JUNQUEIRA, O.M.; MALHEIROS, E.B.; DEL BIANCHI, M. **Composição e Digestibilidade dos Aminoácidos das Sojas Integrais Processadas para Aves.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, V.2, n.1, Campinas, 2000. Disponível em < www.scielo.br > Acessado em junho de 2004.

CAFÉ, M.B.; SAKOMURAL, N.K.; JUNQUEIRA, O.M.; MALHEIROS, E.B.; DEL BIANCHI, M. **Determinação do Valor Nutricional das Sojas Integrais Processadas para Aves.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, V.2, n.1, Campinas, 2000. Disponível em < www.scielo.br > Acessado em junho de 2004.

NUNES, J.R.V.; DIERCKX, S.M.A.G.; BERTO, D.A.; DIAS, E.; **Efeito do processamento do grão de soja sobre o desempenho de suínos de diferentes pesos.** *Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Botucatu, SP.* Disponível em < www.scielo.br > Acessado em junho de 2004.

OLIVEIRA, F.N.; COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; RIBEIRO, M.L.G.; JÁCOME, I.M.T.D.; **Desempenho de frangos de corte alimentados como rações**

contendo soja integral extrusada em diferentes temperaturas na fase de crescimento. *Anais da XXXIX Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia.* 2001.

OLIVEIRA, F.N.; COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; RIBEIRO, M.L.G.; JÁCOME, I.M.T.D.; **Desempenho de frangos de corte alimentados como rações contendo soja integral extrusada em diferentes temperaturas nas fases pré-inicial e inicial.** *Anais da XXXIX Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia.* 2001.

OLIVEIRA, F.N.; COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; RIBEIRO, M.L.G.; JÁCOME, I.M.T.D.; **Desempenho de frangos de corte alimentados como rações contendo soja integral extrusada em diferentes temperaturas na fase final.** *Anais da XXXIX Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia.* 2001.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., GOMES, P.C., FERREIRA, A.S., OLIVEIRA, R.F., Lopes, D.C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa-MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.

SAKAMOTO, M.I.; CELLA, P.C.; KOLLING, A.V.; FRANCO, J.R.G.; MURAKAMI, A.E.; **Avaliação da soja integral extrusada, desativada e farelo de soja na alimentação de frangos de corte.** *Anais da XXXIX Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia.* 2001.