

## INATIVAÇÃO DOS FATORES ANTINUTRICIONAIS QUE COMPÕEM O GRÃO DE SOJA E PERDAS NO PROCESSO DE EXTRUSÃO

Daniel Mantovani<sup>1\*</sup>; Marcos Lúcio Corazza<sup>1</sup>; Lúcio Cardozo Filho<sup>2</sup>; Silvio Claudio da Costa<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>PPGEAL - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, UFPR - Universidade Federal do Paraná, Curitiba PR.

<sup>2</sup>PGA - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UEM - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.

<sup>3</sup>PPC - Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, UEM - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.

**Resumo:** A extrusão é um processo no qual o grão de soja é plasticizado e cozido por meio de uma combinação do processamento a alta temperatura, tempo reduzido, com pressão e fricção para inativação dos fatores antinutricionais presentes no grão de soja, entre eles, fator anti-tripsina, quimotripsina entre outros. Desta forma, o estudo objetivou avaliar as perdas do processamento durante a extrusão do grão de soja após a saída do reator. Foram coletados um total de 10 amostras do produto final, classificadas em 6 grupos: amostra grãos total, inteiros estragados, inteiros queimados, quebrados normais e grãos quebrados queimados. As análises foram realizadas baseadas nos controles de qualidade como: umidade, proteína bruta, proteína solúvel e urease. No entanto, os resultados das análises físico-químicas encontrados para o grão inteiro normal foram, em sua maioria, diferentes ( $P < 0,05$ ) daqueles encontrados para as demais amostras avaliadas. Os grãos quebrados queimados tiveram menor ( $P < 0,05$ ) valor de umidade, proteína bruta, proteína solúvel e urease em relação aos valores obtidos para o grão inteiro normal. Concluiu-se, que após o processo de extrusão as amostras de grãos inteiros normais e quebrados constituem o maior rendimento da parcela final (90%) e valores de proteína solúvel e urease dentro dos parâmetros exigidos pela Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. Entretanto, 10% da fração final das amostras apresentaram baixo valor nutricional, devendo ser utilizada para outros fins.

**Palavras-chave:** Extrusão. Qualidade final. Classificação.

**Inactivation of antinutritional factors that compose the grain and soybean and losses in the extrusion process.** Extrusion is a process in which the soybean is plasticized and baked through a process combination that involves high temperature, reduced time, pressure and friction, to inactivate the antinutritional factors present in soybeans, among them factor antitrypsin, chymotrypsin and others. Thus, the study aimed to evaluate losses during extrusion processing of soybean after the reactor output. A total of 10 samples were collected from the final product and then classified into six groups: total sample grain; normal whole; spoiled whole; burnt whole; normal broken, and burnt broken. The analyses were performed based on the quality controls such as moisture; crude protein; soluble protein, and urease. However, the physical-chemical analyses results found for normal whole grain were mostly different ( $P < 0.05$ ) from those found for the other samples evaluated. The burnt broken grains presented lower ( $P < 0.05$ ) values of humidity, crude protein, soluble protein and urease in relation to those obtained for normal whole grain. It was concluded that after the extrusion process the samples of grains whole normal and broken represent up the largest yield of the final portion (90%) and urease, soluble protein within values parameters required by the National Association of Feed Manufacturers. However 10% of the samples final fraction showed low nutritional value and should be used for other purposes.

**Keywords:** Extrusion. Final quality. Classification.

\*E-mail: danieluns@yahoo.com.br

## 1 Introdução

A soja (*Glycine Max* (L.)Merril) pertence a família das Leguminosas, subfamília Papilionoideae, gênero *Glycine* L. que é uma leguminosa originária do sudeste asiático cultivada há mais de cinco mil anos, rica em proteína e substâncias oleaginosas (ácidos graxos insaturados e fosfolípidios), que atualmente é utilizada na alimentação humana e animal (BORGES *et al.*, 2003). A qual vem apresentando muitas aplicações nas agroindústrias, indústrias químicas, especialmente pela facilidade no cultivo e clima propício para expansão de área plantada (SAKOMURA, 1996).

A evolução genética dos animais de produção e o aumento da demanda de alimentos têm exigido produtos de alta qualidade e digestibilidade para uso em rações. No Brasil, em especial no Estado do Paraná, a soja tem tomado posição de destaque em relação às outras culturas em virtude da valorização de seu preço de venda e melhoramento de técnicas de produção (LUDKE *et al.*, 2007).

O processamento e o beneficiamento do grão de soja viabilizam a utilização nos diferentes segmentos de suplementação alimentar, nutracêuticos e isoflavonas, no balanceamento protéico de rações animais, na indústria de adesivos, fibras, revestimentos e fertilizantes agrícolas, dentre outros inúmeros produtos (CAREW; NESHEINM, 2003).

Muito embora, a soja tenha demonstrado eficácia como suplementos protéicos em rações, diversos pesquisadores alertam para a existência de alguns problemas relacionados ao seu cultivo e valor nutricional (HERKELMAN; CROWELL, 2003). A padronização do processo industrial para inativação dos fatores antinutricionais, assim como a definição de metodologias laboratoriais para monitorar a qualidade são variáveis relevantes que devem ser consideradas na avaliação nutricional da soja.

Muitas pesquisas nacionais que foram desenvolvidas por SAKOMURA (1996), PENZ JÚNIOR; BRUGALLI (2001); ROSTAGNO (2001), GOLDFLUS (2001) e BORGES *et al.* (2003) demonstram a interferências negativas da soja mal processada sobre o valor nutricional da soja para aves e suínos. Dentre os fatores antinutricionais presentes no grão de soja deve ser citado o fator anti-tripsina e quimotripsina (proteases), as hemaglutinina (lectinas), as saponinas, os fatores alergênicos, a lipoxigenase e os polissacarídeos não-amiláceos solúveis. Estes podem ser destruídos pelo processamento em temperaturas elevadas, com exceção dos polissacarídeos não amiláceos (BIELORAI *et al.*, 1997).

BORGES *et al.* (2003) relatam, dentre todos os fatores anti-nutricionais, o inibidor de tripsina é o fator a que se dá maior importância, uma vez que quando esse é inativado pelo aquecimento, os demais fatores termolábeis já estão controlados.

Segundo CLAROS; PENZ JÚNIOR (1997) e GARLICH (1989) sugerem uma avaliação da

qualidade dos grãos de soja processados termicamente voltados aos parâmetros da digestibilidade protéica, disponibilidade dos aminoácidos, preferentemente a lisina e a determinação da energia metabolizável. Os procedimentos mais comuns de tratamento térmico para os grãos de soja são: autoclavagem, micronização, tostagem à quente (*jetsploder*) e a extrusão.

A extrusão é um processo no qual o grão de soja é plasticizado e cozido por meio de uma combinação de pressão, calor e cisalhamento (quebra) mecânica (BORGES *et al.*, 2003). Os principais fatores empregados neste processo envolvem a hidratação, mistura, tratamento térmico, gelatinização do amido, desnaturação das proteínas, destruição dos microrganismos e de alguns componentes tóxicos (HERKELMAN; CROWELL, 2003). O processo de extrusão úmida ocorre com a adição de água ao sistema, processo sem perdas de água, uma vez que a pressão do tubo extrusor é maior que a pressão de evaporação da água, fazendo com que o grão atinga a temperaturas de 130-135 °C em 30 a 40 segundos, seguida pelo resfriamento do produto a uma temperatura de 80 °C por curto período de tempo (LIMA *et al.*, 1998).

Os procedimentos adotados neste estudo, objetivam analisar a qualidade da soja extrusada industrializada por uma agroindústria localizada na região oeste do Paraná, por meio de análises físico-químicas, avaliando fatores anti-nutricionais, Urease e parâmetros voltados a qualidade nutricional do produto como a umidade, proteína bruta e proteína solúvel (Psol) utilizadas na nutrição de aves e suínos.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Material

A unidade industrial contém o desativador de grãos de soja (Marca DELTA equipamentos agroindustriais Ltda), composto de dois reatores de desativação a vácuo com capacidade máxima de 20 toneladas/hora de soja. As coletas do material foram realizadas na rosca de saída, após cada processo de desativação e pré-resfriamento. O período de coleta foi realizado com intervalos de produção, ou seja, cada cinco lotes foi coletado um lote fracionado em 10 partes representativas, calculadas pelo tempo de descarga do reator para obter homogeneidade. Com a coleta das partes representativas foram obtidos lotes de 1 à 10, classificados na forma física conforme descrição:

Categoria 01 – Amostra Total.

Categoria 02 – Grãos Inteiros Normais.

Categoria 03 – Grãos Inteiros Estragados

Categoria 04 – Grãos Inteiros Queimados

Categoria 05 – Grãos Quebrados Normais

Categoria 06 – Grãos Quebrados Queimados

## 2.2 Métodos

As análises físico-químicas foram realizadas na Universidade Estadual de Maringá na cidade de Maringá/PR. Os parâmetros físico-químicos estudados são: Umidade, Proteínas Bruta, Proteína Solúvel (Psol) e Urease foram analisadas em duplicada. Em relação a metodologia utilizada para realização das análises foi descrita por (Brasil, 2005).

## 2.3 Análise estatística

As análises estatísticas foram processadas utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas (SAEG), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (1992). Os valores de proteína solúvel, proteína bruta, umidade e urease foram analisadas em delineamento inteiramente casualizado, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O modelo estatístico utilizado para a análise foi conforme a Equação 1.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad (1)$$

Em que:

$Y_{ij}$ = observação da unidade experimental

$\mu$ = média geral

$T_i$ = tratamento

$e_{ij}$ = erro aleatório associado a cada observação

## 3 Resultados e Discussão

A Tabela 1 representa os valores em porcentagem da classificação física dos grãos de soja extrusados analisados.

Tabela 1: Porcentagem das partículas de soja extrusada contidos nos reatores após o processamento (tostagem) dos grãos.

Partículas	01	02	03	04	05	06
Valores %	76,47	2,31	1,85	13,57	2,93	2,87

01 – Grãos Inteiros Normais; 02 – Grãos Inteiros estragados; 03 – Grãos inteiros queimados; 04 – Grãos Quebrados Normais; 05 – Grãos Quebrados Queimados; 06 – Matéria Estranha (Impurezas).

Analisando os resultados obtidos, verifica-se que, a participação das amostras de grãos inteiros estragados (02), grãos inteiros queimados (03), grãos quebrados normais (04), grãos quebrados queimados (05) e impurezas correspondem a 23,53% da amostra total analisada, sendo a participação de cada amostra individual de pequeno valor para influir no resultado da amostra total, com exceção dos grãos quebrados normais, que constitui 13,57% da amostra, podendo ter maior efeito sobre o resultado da análise físico-química sobre a soja extrusada, em relação às outras variáveis estudadas.

Os resultados das análises físico-químicas realizadas nas diferentes amostras de soja extrusada são apresentados na Tabela 2, e estão em concordância com o padrão Sindirações ANFAR (2002), CAFÉ *et al.* (2000) e ROSTAGNO *et al.* (2000) para a comercialização e utilização em reações de aves e suínos.

Valores relacionados a umidade, proteína bruta, proteína solúvel (Psol) e urease encontrados para a amostra total, os valores foram semelhantes ( $p < 0,05$ ) em relação aquela obtida na amostra de grãos inteiros normais (01). Portanto, podemos inferir que a maior participação dos grãos inteiros normais 76,47% na amostra total foi responsável pela semelhança entre os resultados avaliados.

Tabela 2: Resultados dos parâmetros físico-químicos das diferentes partículas de soja extrusada, após processamento.

Parâmetros	Amostra Total	01	02	03	04	05	CV (%)*
Umidade (%)	10,50 <sup>a</sup>	10,59 <sup>a</sup>	11,03 <sup>a</sup>	10,65 <sup>a</sup>	11,67 <sup>a</sup>	9,18 <sup>b</sup>	4,70
Proteína Bruta (%)	37,07 <sup>b</sup>	37,05 <sup>b</sup>	36,96 <sup>b</sup>	37,43 <sup>b</sup>	36,04	39,27 <sup>a</sup>	0,73
Proteína Solúvel (%)	82,41 <sup>ab</sup>	85,23 <sup>a</sup>	73,18 <sup>c</sup>	71,28 <sup>c</sup>	79,61 <sup>b</sup>	58,96 <sup>d</sup>	2,58
UreaseΔ pH	0,03 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,01 <sup>b</sup>	0,02 <sup>ab</sup>	0,02 <sup>ab</sup>	0,01 <sup>b</sup>	42,65

01 – Grãos Inteiros Normais; 02 – Grãos Inteiros estragados; 03 – Grãos inteiros queimados; 04 – Grãos Quebrados Normais; 05 – Grãos Quebrados Queimados.

Médias seguidas por letras diferentes, na linha, diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

\* CV – Coeficiente de Variância

Por outro lado, os resultados bromatológicos encontrados para o grão inteiro normal foram, em sua maioria, diferentes ( $P < 0,05$ ) daqueles encontrados para as amostras 02, 03, 04 e 05. A umidade e PSol dos grãos quebrados queimados foi menor ( $P < 0,05$ ) em relação aos obtidos para as demais variáveis estudadas. Já, a urease da amostra 05 apresentou menor valor em relação aos grãos inteiros normais, mas não diferiu das outras amostras analisadas. Estes resultados estão

coerentes com os obtidos normalmente no controle de qualidade de matérias-primas em fábricas de rações, onde Psol baixa são seguidos de valores menores de urease.

Pode-se inferir que a maior relação área superficial/massa dos grãos quebrados queimados (encontrados em pedaços menores em relação aos grãos inteiros normais) contribuiu para maior ação da

temperatura do reator sobre estas partículas de soja. A maior temperatura atingida nestas partículas pode ser responsável por reduzir o valor da enzima urease (termolábil) e assim causar reações indesejáveis *Maillard*, as quais fornecem a coloração mais escura para estas partículas e reduzindo a solubilidade da proteína e conseqüentemente a disponibilidade de alguns aminoácidos, principalmente lisina FENNEMA *et al.* (2010). Entretanto, considerando a porcentagem de grãos quebrados queimados 2,93% da amostra total, pouca importância deve ser dada a esta parcela da soja extrusada.

A diferença ( $P < 0,05$ ) nos valores de PsoL e urease encontradas entre os grãos inteiros estragados e os inteiros normais, semelhante ao ocorrido com o grão quebrado queimado, pode ser devido ao menor tamanho das partículas da soja desta amostra, pois são formadas por grãos deformados, chochos, que possuem maior relação área superficial/massa para contato com o vapor e as altas temperaturas atingidas no digestor. Desta forma, a temperatura do grão da soja torna-se maior, reduzindo sua PsoL e urease, em relação ao grão inteiro normal.

A PsoL e a urease dos grãos quebrados normais encontram-se dentro do padrão para utilização em rações para aves e suínos. A porcentagem desta parcela de amostra junto aos grãos inteiros normais corresponde a 90% da amostra total, sendo os valores obtidos pelas outras amostras pouco representativa no resultado final das análises bromatológicas da soja integral extrusada. Apesar da PsoL dos grãos quebrados normais serem 7% menor ( $P < 0,05$ ) em relação aos grãos inteiros normais, o valor obtido 79,61% encontra-se adequado para inclusão nas rações sem ocasionar perda significativa na solubilidade da proteína/aminoácido ingerida pelos animais. A redução nos valores obtidos para urease apresentou o mesmo comportamento que o observado para proteína solúvel, sendo reduzido em 41% em valores absolutos. Contudo, o valor não foi estatisticamente significativo ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Este fato pode ser explicado pelo maior coeficiente de variação obtido para a urease, em relação a PsoL.

Os menores valores de PsoL e urease encontrados na análise da amostra de grãos quebrados normais indicam a possibilidade de aumentar a produtividade do processamento quando reduzimos a relação superfície/massa, por meio de moagem do grão de soja. O cozimento dos grãos aumenta a superfície de contato para que o vapor e temperatura atuem de maneira mais uniforme sobre o material processado, podendo se obter valores constantes de PsoL e urease na Amostra Total.

#### 4 Conclusão

Concluiu-se que as amostras de grãos inteiros normais e grãos quebrados normais constituem a maior parte (90%) da parcela total da soja extrusada agregaram

valores de PsoL e urease adequados para uso em rações de aves e suínos. As amostras restantes possuem pouco valor na qualidade da soja, devido a baixa participação na amostra total. Ainda, de acordo com os resultados obtidos, pode-se inferir que a moagem do grão de soja antes da desativação pode melhorar o processamento, obtendo valores de PsoL e urease mais uniformes e maior rendimento aos extrusores (capacidade/hora).

#### 5 Referências

- BIELORAI, R.; HARDUF, Z.; ALUMONT, E. The free amino acid pattern of the intestinal contents of chicks fed raw and heated soybean meal. *Journal Nutrition*, 1002. P. 1377-1382, 1997.
- BORGES, S. A.; SALVADOR D.; IVANOVSKI, R. A. Utilização da soja desativada na dieta de monogástricos. In: **Simpósio sobre nutrição de aves e suínos**. Cascavel, PR: CBNA, p. 21-66, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. São Paulo: ANFAR/CBNA/SDR, 2005.
- CAFÉ, M. B.; SAKOMURA, N. K.; JUNQUEIRA, O. M.; CARVALHO, M. R. B.; DEL BIANCHI, M. Determinação do valor nutricional das sojas integrais processadas para aves. In: **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, 2. Campinas, SP.p. 67-74, 2000.
- CAREW, L. B. J. NESHEINM, M. C. The effect of pelleting on the nutritional value of ground soybean for the chick. *Poultry Science*, 41. P. 161-168. 196. In: BORGES, S. A.; SALVADOR D.; IVANOVSKI, R. A. Utilização da soja desativada na dieta de monogástricos. In: **Simpósio sobre nutrição de aves e suínos**. Cascavel, PR: CBNA, p. 21-66, 2003.
- CLAROS, R. A. R.; PENZ JÚNIOR, A. M. Control de calidad de los diferentes sistemas de processado de la soya. In: **III Seminário Internacional em Ciência Avícolas**. Santa Cruz, Bolívia: Anais, p. 25-32. 1997.
- FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre, editora Artemed, 2010.
- GARLICH, J. D. Calidad de la pasta de soya. In: **Soya Noticias**. México: Asociacion Americana de Soya, l. p. 8-11, 1989.
- GOLDFLUS, F. Ingredientes derivados do processamento de soja aplicados na nutrição animal. In: **Anais do Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos e tecnologia de produção de rações**. Campinas, SP: CBNA, p. 97-88, 2001.
- HERKELMAN, K. L.; CROMWELL, G. L. Utilization of full-fat soybeans by swine reviewed. *Feedstuffs*, p. 15-22, dez. 1990. In: BORGES, S. A.; SALVADOR D.; IVANOVSKI, R. A. Utilização da soja desativada na dieta de monogástricos. In: **Simpósio sobre nutrição de aves e suínos**. Cascavel, PR: CBNA, p. 21-66, 2003.
- LIMA, G. J. M. M. Importância da qualidade nutricional da soja e de seus subprodutos no mercado de rações: situação atual e perspectivas futuras. In: **Anais do Congresso**

**Brasileiro da soja.** Brasília: Embrapa Soja, p. 165-175, 1998.

LUDKE, M. C. M. M.; LIMA, G. J. M. M.; LANZMASTER, M.; ARDIGÓ, R. Soja integral processada de diferentes formas para uso em dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1566-1572, 2007.

PENZ JÚNIOR, A. M.; BRUGALLI, I. Soje e seus derivados na alimentação de aves. In: **Anais do Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal de 18 a 20 abr. 2001**. Campinas, SP: CBNA, p. 85-108, 2001.

ROSTAGNO H. S. **Tabelas brasileira para aves e suínos:** composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: UFV/imprensa universitária, 2000.

ROSTAGNO, H. S.; NUNES R, V.; BUTERI, C. B.; NUNES, C. G. V.; ALBINO, L. F. T. Fatores antinutricionais

dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: **Anais do Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal**. Campinas, SP: CBNA, p. 235-245, 2001.

SINDIRAÇÕES/ANFAL/ASBRAM. **Manual de boas práticas de fabricação para estabelecimentos de produtos para alimentação animal**. Comunicação em Agronegócios e meio ambiente. São Paulo – SP. p. 19-48, 2002.

SAKOMURA, N. K. Uso da soja integral na alimentação de aves. In: **Simpósio Latino-Americano de nutrição de suínos e aves**. Campinas, SP: CBNA, p. 26-59, 1996.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG. Central de Processamento de Dados UFV/CPD. **SAEG - Sistema de Análise Estatística e Genética**, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 59, 1992.