

## COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, TEORES DE ISOFLAVONAS E INIBIDOR DE TRIPSINA EM CULTIVARES DE SOJA ESPECIAIS PARA A ALIMENTAÇÃO HUMANA

PROXIMATE COMPOSITION AND CONTENTS OF ISOFLAVONES AND TRYPSIN INHIBITOR IN SPECIAL SOYBEAN CULTIVARS FOR HUMAN CONSUMPTION

ALVES, F.P.<sup>1</sup>; OLIVEIRA, M.A.<sup>2</sup>; MANDARINO, J.M.G.<sup>2</sup>; LEITE, R.S.<sup>2</sup>; SEIBEL, N.F.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Londrina, PR; e-mail: [fernanda\\_perico@hotmail.com](mailto:fernanda_perico@hotmail.com)

<sup>2</sup> Embrapa Soja, Londrina, PR;

<sup>3</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR, Londrina, PR.

### Resumo

A soja é considerada uma das principais culturas mundiais por apresentar ampla variabilidade genética e morfológica, que resulta em plantas distintas em relação à composição dos grãos, à produtividade, à resistência a doenças e pragas e ao cultivo em diferentes regiões. A fim de salientar as características nutricionais desse grão, o presente trabalho teve como objetivo a caracterização físico-química e a quantificação dos teores de isoflavonas e inibidores de tripsina das cultivares de soja especiais para a alimentação humana: Embrapa 48, BRS 213, BRS 216, BRS 257, BRS 258, BRS 267 e BRS 282; e da cultivar convencional BRS 232, todas desenvolvidas pela Embrapa Soja e cultivadas na safra 2009/10. Foram realizadas as seguintes análises: composição centesimal (umidade, proteínas, lipídios, cinzas, carboidratos), teores de isoflavonas totais e de inibidor de tripsina. A cultivar BRS 258 se destacou pelo alto teor de proteína, Embrapa 48 pelo alto teor de lipídios; BRS 213 pelo alto teor de isoflavona e a cultivar BRS 232, pelo baixo teor de inibidor de tripsina. Assim sendo, é possível a indicação de uma cultivar para fins industriais específicos, resultando em maior viabilidade econômica e qualidade dos produtos obtidos.

### Introdução

Originária do leste asiático, a soja pertence à família Leguminosae, cuja espécie cultivada é classificada como *Glycine max* (L.) Merril. Atualmente é considerada uma das principais culturas mundiais por apresentar ampla variabilidade genética e morfológica, que resulta em plantas distintas em relação à composição dos grãos, à produtividade, à resistência a doenças e pragas e ao cultivo em diferentes regiões. (VERNETTI, 1983; SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009). Além da questão de variabilidade entre as cultivares, a soja tem como diferencial o alto valor nutricional e funcional, o que permite a sua utilização em inúmeros processos industriais.

As isoflavonas ou isoflavonóides são compostos fenólicos, pertencente à classe dos fitoestrógenos. São conhecidos cerca de 20 tipos de fitoestrógenos, e as formas mais comuns encontradas em leguminosas são as isoflavonas, presentes em maior concentração na soja (BEDANI; ROSSI, 2005). As isoflavonas são consideradas um medicamento fitoterápico, com obrigatoriedade de registro, entretanto o consumo de soja e seus derivados não pode ser considerado um tratamento medicamentoso (ANVISA, 2011). Diversos estudos realizados têm relatado que os fitoestrógenos possuem diversas atividades, citando como exemplo: redução de doenças coronárias, retardamento da manifestação de arteriosclerose, efeitos benéficos na hipercolesterolemia, proteção contra câncer e da melhoria da atividade hormonal (MATOS et al., 2005). Mesmo com o melhoramento genético e o avanço das técnicas de processamento, os grãos de soja e seus derivados ainda têm consumo restrito e, desta forma, as isoflavonas presentes deixam de ser consumidas pela população.

Apesar da soja apresentar proteínas de alta qualidade, a presença de alguns fatores antinutricionais diminui a digestibilidade das proteínas. Encontrados em uma grande variedade de plantas, estes fatores antinutricionais (inibidores de proteínas) são proteínas capazes de

impedir a ação de algumas proteases, entre elas a tripsina. A tripsina é uma enzima secretada pelo pâncreas, responsável pela digestão de proteínas, através da quebra de ligações peptídicas. O inibidor se liga à tripsina e impede a digestão das proteínas. Com o aumento da concentração de proteínas, o pâncreas é estimulado a produzir mais tripsina, causando uma hipertrofia pancreática. A maior parte do inibidor de tripsina é inativado ou inibido quando utilizados tratamentos térmicos adequados (GENOVESE; LAJOLO, 2006; SILVA; SILVA, 2000; MANDARINO, 2010).

Entretanto, aliado à qualidade nutricional, a soja tem baixo custo de produção, o que a transforma em uma excelente alternativa alimentar. Assim, é de grande relevância o conhecimento da composição centesimal e dos teores de isoflavonas e inibidor de tripsina das cultivares, sendo que o presente trabalho teve como objetivo a caracterização físico-química e a quantificação dos teores de isoflavonas e inibidores de tripsina das cultivares de soja especiais para a alimentação humana: Embrapa 48, BRS 213, BRS 216, BRS 257, BRS 258, BRS 267 e BRS 282; e da cultivar convencional BRS 232, todas desenvolvidas pela Embrapa Soja e cultivadas na safra 2009/10.

## **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no Laboratório de Análises Físico-Químicas e Cromatográficas da Embrapa Soja, em Londrina, PR. Amostras de grãos, em triplicata, foram moídas em moinho refrigerado TECNAL, modelo TE 631-2, e em seguida analisadas, conforme as metodologias oficiais do Instituto Adolfo Lutz (2008). A umidade foi determinada por diferença gravimétrica, usando analisador de aquecimento por infravermelho marca OHAUS, modelo MB45. Os teores de lipídios dos grãos foram determinados através de extração com n-hexano em aparelho Soxhlet, durante 6 horas. A quantificação de proteína bruta das amostras foi feita pelo método de Kjeldahl. A determinação das cinzas ou resíduo mineral fixo foi feita por calcinação em mufla EDG, modelo FI-1s 5P, com rampas de temperaturas para queima (200 a 400°C) e calcinação (550°C por 3 horas). O teor de carboidratos foi determinado por diferença em relação à soma dos demais constituintes (NEPA, 2006). As isoflavonas foram determinadas por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), segundo metodologia descrita por Berhow (2002). A extração foi realizada conforme Carrão-Panizzi et al. (2002) e a quantificação do teor de inibidor de tripsina de Kunitz (KSTI) foi realizada segundo Kakade et al. (1974), modificada por Hamerstrand, et al. (1981). Os resultados das análises físico-químicas, isoflavonas e inibidor de tripsina foram tratados por análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias de Tukey, com nível de significância de 5%, utilizando o Sistema de Análise Estatística – SANEST (NOUEIRA, 1991).

## **Resultados e Discussão**

Entre as cultivares analisadas, o maior teor foi encontrado na cultivar BRS 258 ( $44,4\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), diferindo significativamente dos demais grãos (Tabela 1). Santos et al. (2010) relataram teores inferiores para BRS 258 ( $42,8\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), assim como Embrapa Soja (2010) ( $41,7\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ). As diferenças encontradas entre a literatura e os dados obtidos podem ser atribuídas às diferentes safras de cultivo, condições ambientais, locais e ano de plantio (ROCHA, 1996; SANTOS et al., 2010). Indústrias que tem como foco principal a produção de farelo soja podem considerar a cultivar BRS 258 uma alternativa interessante, garantindo um alto rendimento e possibilitando a produção dos farelos de soja com alto teor de proteína. Os teores médios de proteína das cultivares Embrapa 48, BRS 213, BRS 232, BRS 257, BRS 267 e BRS 282 relatados por Embrapa Soja (2010) são muito semelhantes aos encontrados neste trabalho, enquanto a cultivar BRS 216 apresentou valor inferior ao da literatura ( $43,1\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ).

**Tabela 1.** Composição centesimal de oito diferentes cultivares de grãos de soja (g.100g<sup>-1</sup>).

Cultivar	Umidade	Proteína <sup>1</sup>	Lipídios <sup>1</sup>	Cinzas <sup>1</sup>	Carboidratos <sup>2</sup>
<b>Embrapa 48</b>	6,14 ± 0,95 <sup>a</sup>	40,11 ± 0,58 <sup>bc</sup>	22,45 ± 1,31 <sup>a</sup>	4,97 ± 0,10 <sup>de</sup>	33,09 ± 1,35 <sup>abc</sup>
<b>BRS 213</b>	5,35 ± 0,19 <sup>a</sup>	39,50 ± 0,26 <sup>c</sup>	21,86 ± 0,65 <sup>ab</sup>	4,90 ± 0,30 <sup>e</sup>	33,74 ± 1,06 <sup>abc</sup>
<b>BRS 216</b>	5,61 ± 0,23 <sup>a</sup>	41,08 ± 0,54 <sup>bc</sup>	19,19 ± 1,32 <sup>cd</sup>	4,45 ± 0,15 <sup>e</sup>	35,28 ± 1,35 <sup>a</sup>
<b>BRS 232</b>	5,69 ± 0,07 <sup>a</sup>	40,99 ± 0,51 <sup>bc</sup>	20,72 ± 0,71 <sup>abcd</sup>	5,47 ± 0,16 <sup>cd</sup>	32,82 ± 0,95 <sup>abc</sup>
<b>BRS 257</b>	5,67 ± 1,11 <sup>a</sup>	41,66 ± 1,38 <sup>b</sup>	21,17 ± 0,70 <sup>abc</sup>	6,60 ± 0,12 <sup>a</sup>	30,58 ± 0,12 <sup>c</sup>
<b>BRS 258</b>	6,63 ± 0,18 <sup>a</sup>	44,37 ± 0,06 <sup>a</sup>	18,76 ± 0,62 <sup>d</sup>	5,86 ± 0,21 <sup>bc</sup>	31,01 ± 1,85 <sup>bc</sup>
<b>BRS 267</b>	6,02 ± 0,16 <sup>a</sup>	39,41 ± 1,08 <sup>c</sup>	20,03 ± 0,39 <sup>bcd</sup>	6,45 ± 0,30 <sup>a</sup>	34,10 ± 2,49 <sup>ab</sup>
<b>BRS 282</b>	6,16 ± 0,38 <sup>a</sup>	39,96 ± 0,27 <sup>bc</sup>	20,70 ± 0,90 <sup>abcd</sup>	6,35 ± 0,13 <sup>ab</sup>	32,99 ± 0,50 <sup>abc</sup>

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

<sup>1</sup> Valores em base seca, média de três repetições ± desvio padrão..

<sup>2</sup> Valores calculados por diferença, média de três repetições ± desvio padrão .

Em geral, os teores de lipídios nos grãos de soja variam entre 13 e 25% e fornecem calorias suficientes para que a proteína ingerida seja metabolizada para síntese de novos tecidos, diferente do que ocorre em uma dieta de baixo conteúdo calórico (CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO, 1998). Em relação aos lipídios, a cultivar Embrapa 48 apresentou o maior teor (22,5%), diferindo significativamente das cultivares BRS 267, 216 e BRS 258, que apresentaram teor igual ou inferior a 20% de lipídios. Morais e Silva (1996) afirmaram existir uma relação inversa entre os teores de lipídios e proteínas em uma cultivar de soja, fato que pode ser exemplificado pelos resultados da BRS 258, com o maior teor de proteína e, conseqüentemente, o menor teor de lipídios.

Quanto às cinzas, ressaltam-se os teores mais altos, encontrados em BRS 257, 267 e 282, superiores a 6,4%, e os teores mais baixos, ocorridos em BRS 213 e 216 e Embrapa 48, menores que 5%. Em termos de carboidratos, BRS 216 apresentou o teor mais elevado (35,3%), diferindo de BRS 257 e 258 (próximas a 31%).

Em relação às isoflavonas, ocorreu uma grande variação entre as cultivares (Tabela 2), sendo os maiores teores encontrados em BRS 213 e BRS 282 (igual ou superior a 365mg.100g<sup>-1</sup>) e o menor da BRS 258 (54mg.100g<sup>-1</sup>). Carrão-Panizzi et al. (2009) já haviam relatado a baixa concentração de isoflavona observada em BRS 258, devido ser um caractere genético herdado em relação à cultivar BR 36, que também tinha menor concentração de isoflavona.

**Tabela 2.** Teores de isoflavona total (mg.100g<sup>-1</sup>) e inibidor de tripsina (mg.g<sup>-1</sup>) em oito diferentes cultivares de soja.

Cultivar	Isoflavonas Totais <sup>1</sup>	Inibidor de Tripsina <sup>1</sup>
<b>Embrapa 48</b>	287,57 ± 14,04 <sup>c</sup>	20,28 ± 0,35 <sup>a</sup>
<b>BRS 213</b>	386,60 ± 33,66 <sup>a</sup>	22,97 ± 2,42 <sup>a</sup>
<b>BRS 216</b>	334,86 ± 12,80 <sup>bc</sup>	18,12 ± 1,63 <sup>ab</sup>
<b>BRS 232</b>	123,01 ± 2,74 <sup>d</sup>	13,82 ± 0,73 <sup>b</sup>
<b>BRS 257</b>	329,28 ± 6,24 <sup>bc</sup>	21,02 ± 2,18 <sup>a</sup>
<b>BRS 258</b>	54,06 ± 1,05 <sup>e</sup>	19,61 ± 0,90 <sup>a</sup>
<b>BRS 267</b>	148,73 ± 25,69 <sup>d</sup>	23,18 ± 1,64 <sup>a</sup>
<b>BRS 282</b>	364,56 ± 12,87 <sup>ab</sup>	22,76 ± 1,92 <sup>a</sup>

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

<sup>1</sup> Valores em base seca, média de três repetições ± desvio padrão.

O inibidor de tripsina é considerado um dos fatores antinutricionais da soja. Mandarino & Bolotari, 2004 trabalharam com 13 cultivares desenvolvidas pela Embrapa Soja e relataram

uma variação dos teores de 10,65 a 27,23 mg.g<sup>-1</sup>, tendo a cultivar BRS 155, conhecida pelo o seu reduzido teor de inibidor, o menor. A cultivar BRS 232 foi a que apresentou o menor valor nesse trabalho (13,8 mg.g<sup>-1</sup>), teor esse muito semelhante ao da cultivar BRS 155. Assim sendo, o processamento industrial da cultivar BRS 232 permitiria um tratamento térmico mais brando para inativação do inibidor, preservando a qualidade da proteína.

## Conclusões

A cultivar BRS 258 se destacou pelo alto teor de proteína, Embrapa 48 pelo alto teor de lipídios; BRS 213 pelo alto teor de isoflavona e a cultivar BRS 232, pelo baixo teor de inibidor de tripsina. Assim sendo, é possível a indicação de uma cultivar para fins industriais específicos, resultando em maior viabilidade econômica e qualidade dos produtos obtidos econômica e qualidade dos produtos obtidos.

## Referências

- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Sistema de perguntas e respostas:** Isoflavonas. Disponível em:  
<<http://www.anvisa.gov.br/faqdinamica/index.asp?Secao=Usuario&usersecoes=28&userassunto=43>>. Acesso em: 10 jul 2011.
- BEDANI, Raquel; ROSSI, Eliseu Antônio. **Isoflavonas:** Bioquímica, fisiologia e implicações para a saúde. Curitiba, v. 23, n. 2, p. 231-264, jul.-dez. 2005.
- BERHOW, M. A. *Modern analytical techniques for flavonoid determination*. In: BUSLIG, B. S.; MANTHEY, J. A. **Flavonoids in the living cell**. New York: Klusher Academic. 2002. p. 61-76
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J.M.G. Soja: potencial de uso na dieta brasileira. In: EMBRAPA SOJA. **Documento 113**. Londrina: Embrapa Soja, 1998.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C., GÓES-FAVONI, S. P., KIKUCHI A. *Extraction time for soybean isoflavone determination*. **Brazilian Archives of Biology and Technology: An International Journal**, Curitiba, v.45; p. 515-518, 2002.
- CARRÃO-PANIZZI, M.C.; BERHOW, M., MANDARINO, J.M.G., OLIVEIRA, M.C.N. Environmental and genetic variation of isoflavone content of soybean seeds grown in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44,n.11, p.1444-1451, 2009.
- EMBRAPA SOJA. **Cultivares de soja 2010/2011 região centro-sul**. Londrina: Embrapa Soja: Fundação Meridional, 2010. 60 p.
- GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. **Fatores antinutricionais da soja**. Informe agropecuário, Belo Horizontes, v. 27, n. 230, p.18-33, jan./fev. 2006.
- HAMERSTRAND, G.E.; BLACK, L.T.; GLOVER, J.D. *Trypsin inhibitors in soy products: modification of the standard analytical procedure*. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.51, n.1, p.42-45, 1981.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Procedimentos e determinações gerais. In: \_\_\_\_\_. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- KAKADE, M.L.; RACKIS, J.J.; MCGHEE, J.E.; PUSKI, G. *Determination of trypsin inhibitor analysis of an improved procedure*. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.51, p.376-382, maio-Jun, 1974.



MANDARINO, J.M.G.; BOLOTARI, M.T. Quantification of Kunitz soybean trypsin inhibitor(KSTI) in Brazilian soybean cultivars developed by Embrapa Soja. **In: WORLD SOYBEANRESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz dolguassu. Abstracts...** Londrina: Embrapa Soybean, Documentos 228, 2004. p. 139-140.

MANDARINO, J.M.G. **Compostos antinutricionais da soja:** caracterização e propriedades funcionais. **In: COSTA, N.M.B.; ROSA, C. de O.B. (ed.). Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos.** Rio de Janeiro: Rubio, 2010. p.177- 192, 2010.

MATOS, M. P.; CASTILHO, M. C.; CAMPOS, M. G.; RAMOS, F.; SILVEIRA, I. Quais os benefícios de uma alimentação rica em fitoestrogénios? **Medicina Interna**, v. 12, n. 3, p. 171-182, 2005.

MORAIS, Álvaro Armando C.; SILVA, Alcino Lázaro. Complicações e resistência ao consumo. **In: \_\_\_\_\_ Soja: suas aplicações.** Rio de Janeiro: Medsi, 1996. p. 151-155.

NEPA –Núcleo de estudos e pesquisa em alimentos. **Tabela brasileira de composição de alimentos.** 2. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006. 113p.

NOGUEIRA, M.C.S. **Curso de estatística experimental aplicada à experimentação agrônômica.** Piracicaba, Universidade de São Paulo, 1991. 168p.

ROCHA, V. S. Cultura. **In: MORAIS, A. A. C.; SILVA, A. L. Soja: suas aplicações.** Rio de Janeiro: Medsi, 1996. p. 29-66.

SANTOS, H. M. C.; et. al.. Composição centesimal das cultivares de soja BRS 232, BRS 257 e BRS 258 cultivadas em sistema orgânico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos,** Campo Mourão, v. 1, n. 2, jul-dez. p. 07-10. 2010.

SEDIYAMA, Tuneo; TEIXEIRA, Rita C.; BARROS, Hélio B.. Cultivares. **In: SEDIYAMA, Tuneo. Tecnologias de produção e usos da soja.** Londrina: Mecenaz, 2009. p. 77-91.

SILVA, Mara R.; SILVA, Maria Aparecida A. P. da. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Revista Nutrição,** v. 13, n. 1, p. 3-9. 2000

VERNETTI, Francisco de Jesus. **Soja: planta, clima, pragas moléstias e invasoras.** Campinas: Fundação Cargill. v.2. 1983.