



## Área: Tecnologia de alimentos

# CARACTERIZAÇÃO DOS GRÃOS DE SOJA E DE EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DAS CULTIVARES VMAX E BRS 267

Glaciela Cristina Rodrigues Da Silva Scherer<sup>1\*</sup>; Natália Ambrósio<sup>2</sup>; Mateus Baptista Nunes<sup>1</sup>; Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi<sup>3</sup>; Clarice Steffens<sup>1</sup>; Jamile Zeni<sup>1</sup>; Juliana Steffens<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Das Missões, CEP 99709910, Erechim-Rio Grande do Sul, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Engenharias e Ciência da Computação, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Das Missões, CEP 99709910, Erechim-Rio Grande do Sul, Brasil

<sup>3</sup>Embrapa Trigo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Passo Fundo, RS, Brasil, CEP 99050-970 Passo Fundo, Brasil

\*E-mail: glaciela.cristina@yahoo.com.br

**RESUMO** – O extrato hidrossolúvel de soja (EHS) é um produto nutritivo, de baixo custo e de fácil obtenção. Podem ser encontradas variações na sua composição devido às diferenças genéticas entre as cultivares de soja, e também ao método de extração. O objetivo deste trabalho foi caracterizar os grãos de soja e o EHS quanto à proteína, índices de solubilidade de nitrogênio (ISN) índices de dispersibilidade proteica (IDP) e inibidor de tripsina kunitz (ITK). Os grãos e o EHS da cultivar BRS 267 apresentaram maiores teores de proteína e IDP, quando comparada com a Vmax. Os teores de IKT dos dois EHS diminuíram quando comparados com a composição dos grãos (in natura), em mais de 88%, resultado que representa a diminuição das características antinutricionais. O EHS dos grãos de soja das cultivares BRS 267 e Vmax apresentaram teores de proteína acima de 3%, respeitando o que preconiza a legislação vigente, indicando que as duas cultivares são potenciais para a produção de EHS.

Palavras-chave: Índice de dispersibilidade proteica, índice de solubilidade de nitrogênio, maceração.

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é de grande interesse mundial devido a sua aplicação em produtos na alimentação humana e animal (BARROS e VENTURINI, 2016). O Brasil está entre os maiores produtores desta commodity, cuja produção foi 120,90 milhões de toneladas, na safra 2019/2020 (CONAB, 2020). A soja é utilizada como fonte de óleo e proteína, sendo matéria prima para produção de proteína texturizada (ZHANG et al. 2016), extrato hidrossolúvel de soja (EHS), *tofu* (“queijo de soja”), *shoyo* (“molho de soja”), *missô*, entre outros produtos alimentares (SCHULDTE et al. 2014; SCHMIDT et al. 2017). A Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), tem desenvolvido cultivares com excelente potencial de produtividade, adaptadas às condições climáticas das regiões brasileiras (CARRÃO-PANIZZI et al. 2012; APROSOJA, 2018). Também é objetivo da Embrapa o desenvolvimento de cultivares que além da alta produtividade, também apresentem características especiais para utilização na alimentação humana, tais como diminuição do sabor característico da soja e fatores antinutricionais. Um exemplo a cultivar BRS 267, que apresenta grãos graúdos, coloração do hilo amarela igual ao tegumento das sementes e sabor superior, e é indicada para processamento de EHS, *tofu* e farinha de soja. A cultivar Vmax, também utilizada nesse estudo é uma cultivar convencional, que não apresenta características especiais para a alimentação humana.

O EHS é um produto natural derivado da soja (ESLAMI et al. 2019), de alto valor nutritivo, baixo custo e de fácil obtenção. Consideráveis variações são encontradas na composição do EHS, as quais podem ser atribuídas às diferenças genéticas entre as cultivares de soja, ao estágio de desenvolvimento em que os grãos foram colhidos e às condições do ambiente de produção (SILVA et al. 2009). Diferentes métodos de processamento, entre os quais o método de extração do EHS, também colaboram com as variações observadas. Sua composição química deve ser de no máximo 93,0% de umidade, mínimo de 3,0% de proteínas, mínimo de 2,8% de carboidratos, mínimo de 1,0% de lipídios e máximo de 0,6% de cinzas (BRASIL, 1978). Quanto ao inibidor de tripsina, por este tratar-se de fator antinutricional, torna-se necessário a redução ou inativação desse composto no processamento de alimentos à base de soja (GU et al., 2017). Oliveira et al. (2008), que relatam a redução do ITK devido ao processamento térmico durante a extração do “leite”, sendo que os autores investigaram as cultivares BRS 267, BRS 258, EMBRAPA 48, BRS 257 e BRS 213. Os autores utilizaram durante extração de extrato hidrossolúvel grãos de soja selecionados que foram macerados por 2 h a 50°C. Assim, é possível inferir que são necessários maiores valores de temperatura e tempo de extração para inativar por completo o inibidor de tripsina, já que a ausência completa é de interesse da indústria, pois este é um fator antinutricional e liga-se à



enzima tripsina, que atua na digestão de proteínas, evitando assim a absorção dessas proteínas, provocando a redução no crescimento e desenvolvimento de humanos e de animais.

Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar as características dos grãos de soja e do EHS, das cultivares BRS 267 e Vmax, quanto à proteína, ISP, IDP e ITK.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Soja

Os grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) das cultivares BRS 267 e Vmax, oriundas da região de Passo Fundo – RS, foram fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa Trigo, os quais foram caracterizados em relação proteína, ISN, IDP e ITK.

### 2.2 Extrato Hidrossolúvel de Soja (EHS)

O EHS foi obtido pelo processamento dos grãos de soja (BRS 267 e Vmax), de acordo com metodologia adaptada de Benassi et al. (2011). Os grãos de soja (150 g) previamente selecionados, classificados, quantificados e lavados, foram macerados (imersos) em 500 mL de água destilada, a temperatura de 45 °C por 16 h. Em seguida, adicionou-se à soja água destilada à 90°C, considerando a água absorvida pelos grãos para que completasse 1200 mL, com proporção final de 1:8 (grãos:água) (m/v). Após, foi realizada a trituração em processador industrial (M. Vitroty, modelo HP 12), durante 3 min, em velocidade média-alta. O EHS foi separado do okara (resíduo) por filtração à vácuo (Tecnal, modelo TE-058) em frasco Kitasato de 2 L e funil de Büchner (diâmetro interno de 15 cm) forrado com tecido fino de náilon (“tunil”) para retenção das partículas moídas dos grãos de soja.

Os EHS (BRS 267 e Vmax) obtidos foram caracterizados quanto à proteína, ISN, IDP e ITK.

### 2.3 Determinações analíticas dos grãos e do EHS

Os grãos de soja *in natura* das cultivares BRS 267 e Vmax foram previamente selecionados, limpos e triturados em moinho (Cuisinart, modelo DCG-20BKN) e submetidos ao peneiramento manual em peneira de 42 mesh (Bertel) correspondendo a 355 µm, armazenados sob refrigeração (8±2 °C) de acordo com AOAC (2007).

#### 2.3.1 Proteínas

O teor de nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldahl, utilizando o sistema digestor-destilador (VELP – UDK 126A) de acordo com IAL (2008), com o fator de conversão de nitrogênio para o teor de proteína de 6,25 para as cultivares de soja e 6,38 para os EHS. Os resultados foram expressos em g/100 g, em base seca.

#### 2.3.2 Índice de Solubilidade de Nitrogênio

A determinação do ISN foi realizada conforme o método Ba 11-65 de acordo com AOCS (1980), cuja técnica preconiza a agitação lenta, usando o banho (Nova Ética, modelo 501D) e centrífuga (MPW, modelo 351R). O filtrado obtido foi utilizado para a determinação de proteína bruta pelo método oficial 920.87 descrito por AOAC (2005) e determinação do nitrogênio total. O ISN foi calculado pela relação entre o nitrogênio solúvel em água e o nitrogênio total (Equação 1).

$$\%ISN = \frac{Ns \times 100}{Nt} \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde: Ns = Nitrogênio solúvel; Nt = Nitrogênio total (%).

#### 2.3.3 Índice de Dispersibilidade Proteica

A determinação do IDP foi realizada de acordo com o método Ba 10-65 (AOCS, 1980), técnica considerada de rápida agitação com uso do homogeneizador (Ultra-Turrax, modelo T18) e centrífuga (MPW, modelo 351R) para extração da proteína dispersível em água, dosada pelo método 960.52 de micro-Kjeldahl descrita por AOAC (2005).

O valor do IDP é o quociente entre a proteína dispersível em água e a proteína total (Equação 2).

$$\%IDP = \frac{Ps \times 100}{Pb} \quad \text{(Equação 2)}$$



Onde: Ps = Proteína dispersível; Pb = Proteína (%).

#### 2.3.4 Inibidor de tripsina Kunitz

Para quantificação do inibidor de tripsina Kunitz foi utilizada a metodologia desenvolvida por Kakade (1974). As amostras de soja previamente moídas foram desengorduradas com n-hexano (Química Moderna® - Pureza 98,5%) sob agitação em agitador magnético (Velp Científica®) por 16 h. Para a extração, adicionou-se em Erlenmeyer, 1 g de amostra de soja (desengordurada) ou EHS em 50 mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,01 M, seguido de agitação por 3 h em temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C). Em seguida, o pH da suspensão foi ajustado para 9,2 com HCl 1N e uma alíquota de 2 mL desta solução extratora transferida para um balão volumétrico de 100 mL e o volume completado com água destilada.

A quantificação inibitória foi realizada por meio de ensaio enzimático utilizando-se o benzoil-DL-arginina-p-nitroanilida (BAPNA) (Sigma® - Pureza ≥98 %) como substrato para a tripsina de pâncreas bovino (Sigma), efetuado em triplicata. Alíquotas de 2 mL da solução diluída do extrato das amostras foram pipetados em 4 tubos de ensaio (3 tubos para determinação da atividade no extrato da amostra e 1 tubo para o branco) e 2 mL de água destilada no tubo para determinar o padrão de tripsina. Os tubos foram acondicionados em banho-maria (Marconi®, modelo MA126) à 37 °C, e em seguida adicionou-se 2 mL da solução de tripsina (0,02 mg/mL de HCl 0,001 N), com exceção do branco, e após 10 min foram adicionados 5 mL de BAPNA 0,4 mg.mL<sup>-1</sup> de tampão Trisma pH 8,2 (contendo 2,95 mg/mL de CaCl<sub>2</sub> diidratado (CaCl<sub>2</sub>. 2H<sub>2</sub>O, Neon pureza 99,0-105,0 %), previamente aquecidos a 37 °C, e deixados os tubos em banho-maria por mais 10 min. Ao final desse período adicionou-se em todos os tubos 1 mL de ácido acético (Dinâmica, pureza 99,7 %) a 30 % (v/v) para interromper a reação. E no tubo do branco adicionou-se mais 2mL da solução de tripsina. Filtrou-se em papel Whatman n° 3 (Jprolab®) e o filtrado foi utilizado para determinação do teor dos inibidores de tripsina em uma absorvância de 410 nm em espectrofotômetro (Spectro Vision®, modelo DB-1880S).

Os resultados foram expressos como mg de inibidor de tripsina Kunitz (ITK) por g de amostra desengordurada, através da Equação 3.

(Equação 3)

$$\text{Inibidor de Tripsina Kunitz} \left( \text{mg} \frac{\text{ITK}}{\text{g}} \right) = \frac{|\text{abs padrão}| - |\text{abs amostra}|}{38 \times \text{peso da amostra}} \times 2500$$

Onde: Abs padrão: absorvância padrão; Abs amostra: absorvância da amostra; ITK: inibidor de tripsina.

#### 2.4 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a nível de 95% de confiança, utilizando o *software Statistica* (versão 7.0 StatSoft, Inc., Tulsa OK, USA).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização dos grãos de soja *in natura* e do EHS

O conteúdo proteico dos grãos e do EHS, foram estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1) das cultivares Vmax e BRS 267. Os teores de proteína do EHS, foram superiores a 3% e assim estão dentro dos padrões da legislação vigente (BRASIL, 2005), que estabelece para produtos proteicos de origem vegetal teor mínimo de 3 % de proteína para EHS na forma líquida. A proteína da soja possui alegação de propriedade funcional aprovada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), sendo que o consumo diário de no mínimo 25 g de proteína de soja pode ajudar a reduzir o colesterol (BRASIL, 2018). De acordo com Rigo et al. (2015) os teores de proteína nos grãos das cultivares BRS 267, Vmax e BRS 257 foram significativamente diferentes apresentando teores de proteína 38,77; 34,79 e 36,62 g/100 g, respectivamente. Assim pode-se inferir que diferentes cultivares podem apresentar concentrações de proteínas variadas. E no caso da cultivar BRS 267 o conteúdo proteico mais elevado pode favorecer o seu uso como fonte de proteína (WANG et al. 2018). Schmidt et al. (2017) obtiveram EHS de cultivares convencionais, e obtiveram teor de proteína de 3,45 %, valores próximos aos obtidos no presente estudo.



Tabela 1: Teor de proteína, ISN, IDP dos grãos e do EHS das cultivares de soja BRS 267 e Vmax.

Composição	Grãos <i>in natura</i>		EHS	
	BRS 267	Vmax	BRS 267	Vmax
Proteína bruta (g/100 g)	40,09 <sup>a</sup> ± 0,31	35,22 <sup>b</sup> ±0,87	3,43a±0,03	3,05 <sup>b</sup> ±0,03
ISN (g/100 g)	65,18 <sup>a</sup> ± 0,85	65,24 <sup>a</sup> ± 0,28	55,19 <sup>b</sup> ±0,06	56,19 <sup>a</sup> ±0,09
IDP (g.100 g)	82,92 <sup>a</sup> ±0,68	77,59 <sup>b</sup> ±0,45	65,24 <sup>a</sup> ±0,05	64,87 <sup>b</sup> ±0,06
Inibidor de tripsina Kunitz (mg.IT/g)	17,96 <sup>a</sup> ±0,87	18,46 <sup>a</sup> ±1,31	2,10 <sup>a</sup> ±0,25	2,13 <sup>a</sup> ±0,22

*Média (três repetições) ± desvio padrão seguida de letras iguais minúsculas nas linhas, para cada grupo de análises, indica não haver diferença significativa em nível de 5% (Teste de Tukey).*

Houve diferenças entre as cultivares, quanto a solubilidade (ISN) da proteína dos EHS (Tabela 1), sendo que o ISN foi maior para a Vmax. Já o IDP foi maior para a BRS 267. De acordo com a literatura, podem ocorrer diferenças nos valores de IDP e de ISN, dependendo da cultivar e das condições climáticas e/ou estocagem dos grãos (OLIVEIRA et al.; 2016; SILVA et al.; 2008).

O inibidor de tripsina Kunitz (ITK) (Tabela 1) não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para as duas cultivares de soja investigadas. Rigo et al. (2015) ao analisarem sementes de soja da cultivar BRS 267, observaram um teor de ITK de 16,57 mg.IT/g. Cantelli et al. (2017) observaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para o teor de ITK nas sementes de genótipos de soja, cujos valores variaram de 18,35 mg IT/g a 27,56 mg.IT/g). Conforme Silva et al. (2008), variações nos teores desse composto na soja podem ser devido a diferenças genéticas no período de desenvolvimento dos grãos na colheita e condições ambientais do local de cultivo. Este composto é termolábil, podendo ser reduzido por diferentes tratamentos térmicos durante o processamento da soja (AKANDE e FABIYI, 2010).

Os resultados desse trabalho mostraram uma considerável diminuição dos teores de IKT no EHS (Tabela 1). Comparado ao teor original nos grãos (*in natura*), houve mais de 88% de redução para os dois EHS obtidos. Resultado similar foi reportado por Oliveira et al. (2008), que relatam a redução do ITK devido ao processamento térmico durante a extração. Estes autores investigaram as cultivares BRS 267, BRS 258, EMBRAPA 48, BRS 257 e BRS 213, e encontraram teores de inibidor de tripsina de 15,75, 13,62, 16,20, 17,01, 19,3 mgIT/g os grãos de soja e valores 2,26, 0,86, 2,61, 0,46 e 4,50 mgIT/g para o extrato hidrossolúvel, respectivamente. Os autores utilizaram durante extração de extrato hidrossolúvel grãos de soja selecionados que foram macerados por 2 h a 50°C. Resultado diferente foi reportado por Wang et al. (1997), que constataram uma inativação total do inibidor de tripsina no extrato hidrossolúvel de soja fervido por 10 min.

## 4 CONCLUSÃO

Foi possível desenvolver EHS com teores de proteína acima de 3%, respeitando o que preconiza a legislação vigente através de maceração dos grãos de soja das cultivares BRS e Vmax em temperatura de 45°C por 6h.

De acordo com os resultados os grãos de soja (*in natura*) e o EHS da cultivar BRS 267 apresentaram maiores teores de proteína, IDP quando comparada com a Vmax. Os índices de IDP e ISP apresentaram-se acima de 65% nos grãos (*in natura*) das cultivares analisadas e reduziram após o desenvolvimento do EHS.

Quanto aos teores de IKT do EHS, foi possível diminuir em mais 88% quando comparado ao teor original nos grãos (*in natura*), este resultado é promissor pois, busca-se a diminuição deste fator que apresenta características antinutricionais.

## 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Apoio a Pesquisa do Rio grande do Sul (FAPERGS), a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

## 6 REFERÊNCIAS

AOAC. Association Of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.



- AOAC. Association Of Official Analytical Chemists, Official Methods Of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th ed. Washington: AOAC, 3000 p. 2007.
- AOCS. American Oil Chemist's Society. Official and tentative methods of the American Oil Chemist's Society. 3. ed. Champaign, 1980.
- APROSOJA. Associação dos Produtores de Soja e Milho de Estado de Mato Grosso. **História da Soja**. Disponível em <<https://aprosojapi.com.br/sobre-a-soja/a-historia-da-soja/>> Acesso em: 14 abr. 2018.
- BARROS, E. A.; VENTURINI FILHO, W. G. Caracterização físico-química e sensorial de extrato hidrossolúvel de soja obtido por diferentes métodos de processamento. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 10 n° 1, p. 2038-2051, 2016. doi: 10.17268/agroind.sci.2018.01.05
- AKANDE, K.; FABIYI, E. Effect of processing methods on some antinutritional factors in legume seeds for poultry feeding. **International Journal of Poultry Science**, v. 9, n°10, p. 996–1001, 2010. doi: 10.3923 / ijps.2010.996.1001
- BENASSI, V. T.; BENASSI, M. T.; PRUDENCIO, S. H. Cultivares brasileiras de soja: Características para a produção de tofu e aceitação pelo mercado consumidor. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n°1, p. 1901-1914, 2011. doi: 10.5433/1679-0359.2011v32Supl1901
- BRASIL, Vigilância Sanitária da Secretaria de Estado da Saúde. **Extrato de soja. Resolução CNNPA n° 14, de 28 de junho de 1978**. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, 1978.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento técnico para produtos protéicos de origem vegetal**. Brasília, DF, 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos**. Brasília, DF, 2008.
- CANTELLI, K. C.; SCHMITD, J. T.; OLIVEIRA, M. A.; STEFFENS, J.; STEFFENS, C.; LEITE, R. S.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Brotos de linhagens genéticas de soja: avaliação das propriedades físico químicas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20 p. 1-10, 2017. doi: 10.1590/1981-6723.7416
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; BERTAGNOLLI, P. F.; STRIEDER, M. L.; COSTAMILAN, L. M.; MOREIRA, J. U. V. **Melhoramento de Soja para Alimentação Humana na Embrapa Trigo – Safra Agrícola 2011/2012**. Passo Fundo/RS. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Trigo. p. 27-31, 2012. Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do145\\_4.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do145_4.htm) Acesso em 09 de julho de 2020.
- CIABOTTI, S.; BARCELOS, M. F. P.; CIRILLO, M. A.; PINHEIRO, A. C. M. Sensorial and technologic properties of product similar to tofu obtained with whey and soymilk addiction. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n°2, p. 346-353, 2009. doi:10.1590/S0101-20612009000200017
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v. 7 - Safra 2019/20 - Décimo levantamento**, Brasília, p. 1-31. julho 2020. ISSN 2318-6852. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> Acesso em: 12 de julho de 2020.
- ESLAMI, O.; SHIDFAR, F. Soy milk: A functional beverage with hypocholesterolemic effects? A systematic review of randomized controlled trials. **Complementary Therapies in Medicine** 2019 42:82–88 doi: 10.1016/j.ctim.2018.11.001
- Fasoyiro, S. B. Physical, chemical and sensory qualities of Roselle water extract-coagulated tofu compared with tofu from two natural coagulants. **Official Journal of Nigerian Institute of Food Science and Technology**, v. 32, n° 2, p. 97-102, 2014 doi: 10.1016/S0189-7241(15)30123-5
- GU, E. J.; KIM, D. W.; JANG, G. J.; SONG, S. H.; LEE, J. I.; LEE, S. B.; KIM, H. J. Massbased metabolomic analysis of soybean sprouts during germination. **Food chemistry**, p. 311-319, fev. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.113>
- IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, p. 21-22, 2008.
- OLIVEIRA, E. F.; SILVA, S. O.; SILVA, J. B.; OLIVEIRA, G. B. A.; CAMPOS-FILHO, P. J.; MANDARINO, J. M. G.; CARRÃO-PANIZZI, M.C. **Determinação de Isoflavonas e Inibidor de Tripsina de Kunitz em Grãos e Extratos Solúveis de Soja, obtidos de Cultivares Especiais para Alimentação Humana**. Embrapa Soja. Documentos, 297 (2008). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/468332/determinacao-de-isoflavonas-e-inibidor-de-tripsina-de-kunitz-em-graos-e-extratos-soluveis-de-soja-obtidos-de-cultivares-especiais-para-alimentacao-humana> Acesso em: abril de 2020.
- OLIVEIRA, M. A.; LORINI, I.; MANDARINO, J. M. G.; BENASSI, V. T.; FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYKANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; HIRAKURI, M. H.; LEITE, R. S.; OSTAPECHEN, C. F.; SANTOS, L. E. G. **Determinação do índice de dispersibilidade de proteína (IDP) e do índice de solubilidade do nitrogênio (ISN) dos grãos de soja colhidos na safra 2014/2015**. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 11, 2016, Londrina. Resumos expandidos. Londrina: Embrapa Soja, 2016. p. 209-215. (Embrapa Soja. Documentos,373). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147173/1/JA2016.209-215.pdf> Acesso em: 25 de março de 2020.
- RIGO, A. A.; DAHMER, A. M.; STEFFENS, C.; STEFFENS, J.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Characterization of Soybean Cultivars Genetically Improved for Human Consumption. **International Journal of Food Engineering**, v. 1, n° 1, p. 1-7, 2015. doi: 10.18178/ijfe.1.1.1-7
- SILVA, S. O.; OLIVEIRA, E. F.; OLIVEIRA, G. B. A.; SILVA, J. B.; CAMPOS-FILHO, P. J.; MANDARINO, J. M. G.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. **Composição centesimal e solubilidade da proteína de cultivares de soja especiais**



**para alimentação humana no processamento de extrato solúvel de soja.** In: III Jornada Acadêmica da Embrapa Soja. Embrapa Soja. Documentos, 297, p. 134-139, 2008. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/468355/1/ID29036.pdf> Acesso em 14 de fev de 2020.

SILVA, J. B. DA; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; PRUDÊNCIO, S. H. Composição química e física de soja tipo grão e tipo alimento para o processamento de alimentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n° 7, p. 777-784, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277756200>. Acesso em: 22 de março de 2020.

SCHMIDT, J. T.; CANTELLI, K.; STEFFENS, C.; STEFFENS, J.; ZENI, J. Effects of vegetable coagulants in the production and storage of tofu. **Global Science and Technology**. V. 10, n° 01, p. 188-198, 2017. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/897-5604-1-PB.pdf

SCHULDT, S.; RAAK, N.; JAROS, D.; ROHM, H. Acid-induced formation of soy protein gels in the presence of NaCl. **LWT-Food Science and Technology**, v. 57, p. 634-639, 2014. doi: 10.1016/j.lwt.2014.02.013

KAKADE, M. L.; RACKIS, J. J.; MCGHEE, J. E.; PUSKI, G. Determination of trypsin inhibitor analysis of an improved procedure. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, 1974 51(3):376-382.

WANG, S.; BIET, K. A. A.; BARROS, L. M.; SOUZA, N. L. Efeito da proporção soja:água e aquecimento sobre rendimento e qualidade protéica do leite de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n° 10, p. 1059-1069, 1997.

WANG, X. F.; ZENG, M. M.; QIN, F.; ADHIKARI, B.; HE, Z. Y.; CHEN, J. Enhanced CaSO<sub>4</sub>-induced gelation properties of soy protein isolate emulsion by pre-aggregation. **Food Chemistry**, v. 242, p. 459-465, 2018. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.09.044

ZHANG, X.; LU, P.; XUE, W.; WU, D.; WEN, C.; ZHOU, Y. Digestive evaluation of soy isolate protein as affected by heat treatment and soy oil inclusion in broilers at an early age. **Animal Science Journal**, v. 87, p. 1291-1297, 2016. doi: 10.1111/asj.12575