



Área: Ciência de Alimentos

INFLUÊNCIA DO TEMPO E TEMPERATURA DE OBTENÇÃO DO EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA DA VARIEDADE BRS

Marina Andreia de Souza^{1*}, Glaciela Cristina Rodrigues Da Silva Scherer², Mateus Baptista Nunes¹, Jamile Zeni¹, Clarice Steffens¹, Juliana Steffens¹, Mercedes Concordia Carrão-Panizi²

¹Programa de Pós-Graduação e Graduação em Engenharia de Alimentos, Departamento Ciências Agrárias, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim, RS

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Trigo), Passo Fundo, RS – Brasil

*E-mail: mariina.2010@hotmail.com

RESUMO – A soja apresenta considerável teor de proteínas, vitaminas, antioxidantes e minerais, sendo assim é considerada um alimento de alto valor nutritivo e fonte de energia. O interesse do consumidor por alimentos à base de soja aumentou nos últimos anos, e um dos produtos que vem ganhando destaque é o tofu, que é produzido a partir de extrato hidrossolúvel de soja (EHS). O EHS é obtido por meio da imersão dos grãos de soja em água por algumas horas, etapa conhecida como maceração, seguida de drenagem, moagem com adição de água em determinada proporção e filtração para separação do líquido do subproduto, conhecido como okara. Durante um ou mais estágios do processamento para obtenção do EHS, a soja é submetida ao aquecimento, sendo a intensidade do tratamento térmico um fator interferente na solubilidade de suas proteínas, através da desnaturação irreversível da mesma. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi otimizar o desenvolvimento do Extrato Hidrossolúvel de Soja (EHS) utilizando a variedade de soja BRS 267 (tempo e temperatura), em função do teor de proteínas. Foram realizados ensaios, a partir de um planejamento fatorial completo 2² (DCCR), variando a temperatura de 30,90°C a 59,10°C e tempo de 0,36 a 11,64h. Os ensaios 9, 10, 11 (ponto Central) apresentaram maior teor de proteína, acima de 3,4% e as condições de tempo foram de 6h e temperatura de 45°C. O teor de proteína encontrado neste trabalho está de acordo com o que indica a legislação.

Palavras-chave: Proteínas, soja, consumidor, nutricional.

1 INTRODUÇÃO

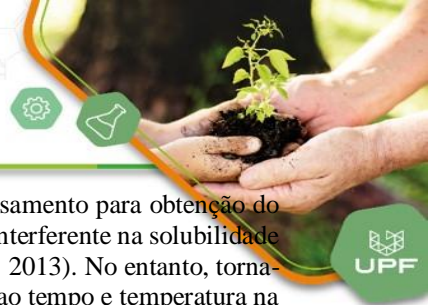
O consumo e a produção de soja (*Glycine max (L.) Merrill*) no mundo apresentam um papel de destaque dentre as diferentes commodities, devido a sua importância econômica. A cultura da soja na safra de 2018/2019 foi de 115.072 milhões de toneladas do grão (CONAB, 2019). O Brasil tem aumento na produção a cada ano e este é resultante tanto do aumento da área cultivada quanto da produtividade. Esse aumento da produtividade deve-se ao uso de novas tecnologias e principalmente a pesquisas avançadas que possibilitam o desenvolvimento de cultivares com diferentes particularidades que permitem a formação de diferentes produtos (DAHMER et al., 2018; LIMA et al., 2019).

A soja também é rica em aminoácidos essenciais, ácidos graxos poliinsaturados, fosfolípidos, antioxidantes, fibras e compostos fitoquímicos como isoflavonas e saponinas. Além disso, esta cultura é também uma fonte de minerais, como cobre, zinco, ferro, fósforo, potássio, magnésio, manganês, cálcio, vitamina A e vitaminas do complexo B (B1, B2 e B6) (FELBERG et al., 2013).

Mesmo conhecendo toda a importância nutricional da soja, o seu consumo, bem como de seus derivados, está limitado pelo sabor amargo, rançoso e adstringente (sabor de feijão cru ou *beany flavor*). Porém, de acordo com Silva et al. (2018), o interesse do consumidor por alimentos à base de soja aumentou nos últimos anos, no entanto, características sensoriais ainda dificultam a inclusão da soja na dieta e a aceitação de produtos de soja pode aumentar com associação de aditivos ou outros ingredientes como polpa de fruta.

Pelo melhoramento genético da soja, é possível a obtenção de cultivares especiais que sejam mais apropriadas a diferentes utilizações (CARRÃO-PANIZZI et al., 2012; CANTELLI et al., 2017). O melhoramento genético das qualidades sensoriais da soja e de seus produtos estimulam assim, o desenvolvimento e oferta de produtos à base de soja com melhores características. Diferentes segmentos de grandes e pequenas indústrias têm formulado produtos à base da mesma, sendo alguns de uso direto e outros indiretos via alimentos industrializados, como é o caso da farinha de soja utilizada em panificação (HE E CHEN, 2013; DAHMER et al., 2018), tofu (SCHMIDT et al., 2017), e brotos (CANTELLI et al., 2017).

Dentre os diversos produtos desenvolvidos a partir da soja, destaca-se o tofu. Considerado alimento saudável, pode ser utilizado como substituto de produtos de origem animal. Para elaboração do tofu é utilizado o extrato hidrossolúvel de soja (EHS). De acordo com Poysa e Woodrow (2002), há várias maneiras de se preparar o EHS, tradicionalmente, ele é elaborado por imersão dos grãos de soja em água por algumas horas, etapa conhecida como maceração, seguida de drenagem, moagem com adição de água em determinada proporção e filtração para separação do



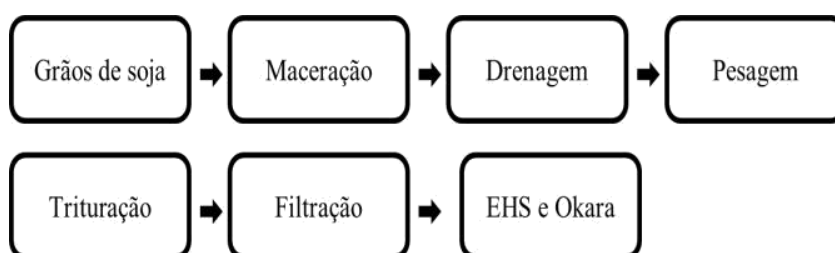
líquido (EHS) do subproduto, conhecido como okara. Durante um ou mais estágios do processamento para obtenção do EHS, a soja é submetida ao aquecimento, sendo a intensidade do tratamento térmico um fator interferente na solubilidade de suas proteínas, através da desnaturação irreversível da mesma (BENASSI e PRUDENCIO, 2013). No entanto, torna-se necessário um estudo sobre a melhor condição de extração de proteínas da soja em relação ao tempo e temperatura na etapa de maceração do EHS.

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi otimizar o desenvolvimento do Extrato Hidrossolúvel de Soja (EHS) utilizando a variedade de soja BRS 267 (tempo e temperatura), em função do teor de proteínas. Foram realizados ensaios, a partir de um planejamento fatorial completo 2² (DCCR), variando a temperatura de 30,90°C a 59,10°C e tempo de 0,36 a 11,64h.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Extrato hidrossolúvel de soja (EHS) O EHS foi obtido pelo processamento dos grãos de soja da variedade BRS 267 da safra 2019, cedido pela EMBRAPA – Passo Fundo, de acordo com metodologia adaptada de Benassi et al. (2011). A Figura 1 apresenta um fluxograma geral das etapas obtenção do EHS.

Figura 1. Etapas do processo de obtenção do EHS soja.



A formulação padrão foi realizada utilizando-se 150g de grãos de soja selecionados, classificados, pesados e lavados, depois foram deixados macerando (imerso) em 500 mL de água destilada, a temperatura ambiente por 16h. Posteriormente os grãos foram drenados e pesados para avaliar a água absorvida (g água/100 g grãos), conforme Equação 1. Em seguida, adicionou-se à soja água destilada à 90°C, considerando a água absorvida pelos grãos para que se complete 1200 mL, com proporção final de 1:8 (grãos: água). Então 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.

$$\text{Absorção de água} = \text{massa de grãos macerados} - \text{massa inicial de grãos} \quad (1)$$

As demais formulações de EHS foram realizadas variando-se o tempo e temperatura a partir da formulação padrão.

Avaliação da influência do tempo e temperatura na extração do EHS

Para avaliar a influência da temperatura e do tempo na etapa de maceração da soja da variedade BRS 267 no processo de obtenção do EHS (a partir da formulação padrão), foram realizados ensaios, a partir de um planejamento fatorial completo 2² (DCCR), variando a temperatura e tempo conforme Tabela 1, avaliando o teor de proteína em cada condição.

Tabela 1. Variáveis e níveis utilizados no planejamento DCCR 2² completo para extração do EHS.

Variáveis independentes	Códigos	Níveis				
		-1,41	-1	0	1	1,41
Temperatura (°C)	X1	30,9	35	45	55	59,1
Tempo (h)	X2	0,36	2	6	10	11,64

Variáveis fixas: 150g de grãos.



Determinação do teor de proteínas

O teor proteico foi determinado pelo método de Kjeldahl, utilizando o sistema digestor-destilador (VELP – UDK 126A) (IAL, 2008), com ~1,0 g de amostra, com o fator de conversão para o teor de proteína de 6,38 para EHS.

Análise de dados

Os dados foram tratados estatisticamente através de análise de variância (ANOVA) e teste de *Tukey*, com nível de significância de 5%, utilizando SASM – Agri Sistema para Análise e Separação de Médias, versão

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Influência do tempo e temperatura na extração do EHS

A Tabela 2 apresenta os resultados do Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) 2² completo em termos de proteína da variedade de soja BRS 267 em função das variáveis tempo (h) e temperatura (°C). Observa-se que as maiores concentrações de proteína acima de 3,4% no EHS da variedade BRS 267 (ensaios 9, 10 e 11) nos níveis no ponto central, empregando uma temperatura de 45°C e tempo de maceração de 6 h.

Tabela 2. Matriz do DCCR 2² completo para o teor de proteína do EHS de acordo com as variáveis estudadas, tempo (h) e temperatura (°C), para a variedade BRS 267.

Ensaio	Tempo (h)	Temperatura (°C)	Proteína (%)
1	-1(2)	-1(35)	2,9± 0,09
2	1(10)	-1(35)	2,42± 0,27
3	-1(2)	1(55)	3,22± 0,07
4	1(10)	1(55)	2,8± 0,29
5	-1,41(0,36)	0(45)	3,07± 0,09
6	1,41(11,64)	0(45)	2,19± 0,01
7	0(6)	-1,41(30,90)	2,73± 0,14
8	0(6)	1,41(59,10)	3,14± 0,12
9	0(6)	0(45)	3,46± 0,09
10	0(6)	0(45)	3,43± 0,09
11	0(6)	0(45)	3,4± 0,03

Nos ensaios empregando as variáveis extremas de tempo (0,36 a 11,64h) (ensaio 5 e 6) e fixando a temperatura em 45°C podemos notar uma diminuição na quantidade de proteína (3,07 para 2,19%). E nos ensaios utilizando extremos de temperatura (30,90 a 59,10°C) (ensaios 7 e 8) e fixando o tempo em 6 h, pode-se perceber que ao aumentar a temperatura, aumentou a extração da proteína (2,73 para 3,14%).

Para uma melhor interpretação dos resultados, principalmente considerando os efeitos em termos de concentração de proteína apresenta-se o modelo codificado de segunda ordem em função das variáveis tempo e temperatura, que foram tratados estatisticamente com nível de confiança de 95% ($p < 0,05$). O modelo foi validado pela análise de variância ($F_{cal} (68,80) > F_{tab} (13,62)$) com coeficientes de correlação ($R^2 = 0,99$ (Equação 2) para a variedade BRS 267.



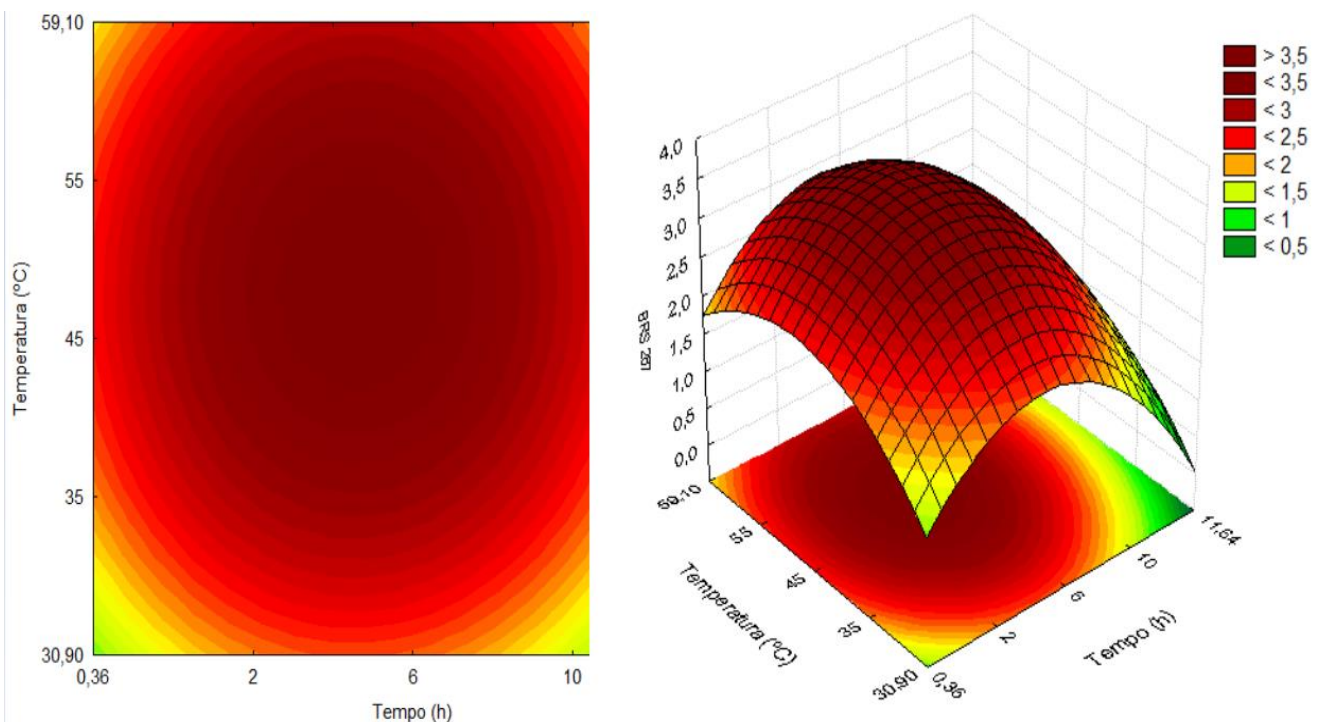
$$\text{Concentração de proteína (\%)} = 3,43 - 0,53 * t - 0,78 * t^2 + 0,32 * T - 0,47 * T^2 \quad (2)$$

Onde: [t] = tempo (h) e [T] = Temperatura (°C).

A Figura 2 apresenta a curva de contorno referente aos efeitos das interações entre as variáveis tempo e temperatura, onde se pode observar que a maximização da extração da proteína se dá com tempo de 6 h e temperatura de 45°C. Este comportamento também pode estar relacionado a estrutura soja e ao comportamento físico e químico de seus componentes.

Schmidt et al. 2017 deixaram soja imersa em água à temperatura ambiente, por 16 horas para obtenção do EHS e obtiveram teor de proteína de 3,45 %, valores próximos aos obtidos no presente estudo, para os ensaios do ponto central. Indicando que no presente estudo com diminuição do tempo de imersão e temperatura de 45°C, foi possível obter mesmos teores de proteína do EHS.

Figura 2. Curva de contorno (a) e superfície de resposta (b) em termos de composição proteica das variáveis tempo [t] (h) e temperatura [T] (°C) do EHS das variedades BRS 267.



Os teores de proteína do EHS da variedade BRS 267 nos ensaios 9, 10, e 11 foram iguais ou superiores a 3,4% e assim estão dentro dos padrões da legislação vigente. De acordo com o Regulamento técnico para produtos proteicos de origem vegetal (Resolução RDC n° 268, 22 de setembro de 2005) fica estabelecido teor mínimo de 3% de proteína para EHS na forma líquida (BRASIL, 2005). Ciabotti et al. (2006) encontraram valor de 3,56% ao analisar o EHS obtido de soja comum, imerso com proporção soja:água água em 1:10, por 12 h em temperatura ambiente.

4 CONCLUSÃO

De acordo com as condições experimentais em que os ensaios foram conduzidos, a melhor condição quanto ao teor de proteínas foi nos ensaios 9, 10 e 11 (ponto central), no tempo de 6 h e temperatura de 45°C, que apresentou índices acima de 3,4%. Portanto, foi possível obter teor de proteína dentro do que exige a legislação, diminuindo o tempo de imersão da soja com maior temperatura, comparado com imersão por 16 h a temperatura ambiente (formulação padrão).

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq, FAPERGS e a URI pelo apoio financeiro e infraestrutura.



6 REFERÊNCIAS

- 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.
- BENASSI, V. T.; PRUDENCIO, S. H. “Impactos do processamento de soja na retenção de minerais, isoflavonas e proteínas em tofus”. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v. 24, n. 1, p. 51-59, 2013.
- BRASIL. “Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico para produtos protéicos de origem vegetal”. Brasília, DF, 2005.
- 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, 2017.
- 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. ISSN 1516-5582, p. 27 – 31, 2012.
- CIABOTTI, S.; BARCELLOS, M. F. P.; MANDARINO, J. M. G.; TARONE, A. G. “Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de lipoxigenase”. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 920-929, 2006.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTACIMENTO – CONAB. 2019. “Acompanhamento da safra brasileira de grãos”. v. 6 - Safra 2018/19- n. 11 - Décimo primeiro levantamento, Agosto 2019. ISSN: 2318-6852. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>> Acesso em 24 de Fevereiro de 2021.
- DAHMER, A. M.; RIGO, A. A.; STEFFENS, J.; STEFFENS, C.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. “Thermal treatment for soybean flour processing with high-quality color and reduced Kunitz trypsin inhibitor”. **Journal Of Food Process Engineering**, v. 41, p. 1-8, 2018.
- FELBERG, I.; PEREIRA, J. N.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; OLIVEIRA, D. R.; GODOY, R. L. O.; FREITAS, S. C.; PACHECO, S.; CUNHA, C. P.; BORGES, E., 2013. “Avaliação da composição centesimal e dos teores de isoflavonas de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) especiais para alimentação humana”. In: **AMERICAS: INTERNACIONAL CONFERENCE ON SOYBEAN UTILIZATION**, 2013, Bento Gonçalves. Proceedings. Brasília, DF: Embrapa.
- HE, F. J.; CHEN, J. Q. “Consumption of soybean, soy foods, soy isoflavones and breast cancer incidence: Differences between Chinese women and women in Western countries and possible mechanisms”. **Food Science and Human Wellness**, v. 2, p.146–161, 2013.
- LIMA, M.; SILVA JUNIOR, C. A.; RAUSCH, L.; GIBBS, H. K.; JOHANN, J. A. “Demystifying sustainable soy in Brazil”. **Land Use Policy**, v. 82, p. 349-352, 2019.
- POYSA, V.; WOODROW, L. “Stability of soybean seed compositions and its effect on soymilk and tofu yield and quality”. **Food Research International**, v. 35, p. 337-345, 2002.
- 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.
- SILVA, C. F. G.; SANTOS, F. L.; SANTANA, M. V. L.; SILVA, M. V. L.; CONCEIÇÃO, T. A. “Development and characterization of a soymilk Kefir-based functional beverage”. **Food Science and Technology**, Campinas, Ahead of Print, p. 1-8, 2018.