

QUALIDADE DO ÓLEO DE SOJA SOB ESTRESSE CLIMÁTICO: EVIDÊNCIAS DA SAFRA 2023/2024 NO RIO GRANDE DO SUL

BRENDA DANNENBERG KASTER¹; SILVIA NAIANE JAPPE²; LÁZARO DA COSTA CORRÊA CAÑIZARES³; RUAN BERNARDY⁴; BETINA BUENO PERES⁵; MAURÍCIO DE OLIVEIRA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – brendadannenbergkaster@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – jappesilvia@gmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas – lazarocoosta@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – ruanbernardy@yahoo.com.br

⁵Universidade Federal de Pelotas – betinabuenop@gmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – mauricio@labgraos.com.br

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) destaca-se na indústria alimentícia pelo elevado teor de óleo (19–23%) e proteína (35–42%) em sua composição (TAMAGNO *et al.*, 2020). Entretanto, a qualidade dos grãos pode ser comprometida por fatores bióticos e abióticos durante o cultivo, favorecendo a ocorrência de defeitos que alteram a qualidade dos grãos e de seus derivados (LORINI, 2017; RAMOS *et al.*, 2021).

Na safra 2023/2024, o Rio Grande do Sul registrou queda na produção e qualidade dos grãos em razão do excesso de chuvas durante o cultivo (CONAB, 2024). Durante o período de colheita (maio/2024), registrou-se precipitação acumulada de 640,2 mm (SIMAGRO, 2024), valor que superou a normal climatológica de 343,3 mm para o trimestre de março a maio no estado do Rio Grande do Sul (INMET, 2025).

Um dos principais subprodutos da soja é o óleo, o qual inicia o processo de degradação ainda na maturação dos grãos e persiste até a etapa industrial, fase em que a legislação permite um limite de até 0,7% de ácidos graxos livres para sua comercialização (LACERDA FILHO *et al.*, 2008). Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade do óleo de dois genótipos de soja cultivados sob condições sem anormalidade, de estresse hídrico por excesso de chuvas e inundação no período de colheita, no Rio Grande do Sul em 2024, com foco nos efeitos sobre a estabilidade e a composição do óleo.

2. METODOLOGIA

Os grãos de soja (BMX Vênus CE e BMX Fúria CE) foram cultivados em três regiões localizadas no Rio Grande do Sul: Pelotas – Z3 (10 m de altitude); Pelotas – Vila Princesa (26 m de altitude); e Cachoeirinha (10 m de altitude). Na região Pelotas - Z3, o cultivo apresentou estresses por inundação, enquanto na Vila Princesa houve excesso de precipitação sem ocorrência de inundação, e em cachoeirinha não houve anormalidade por estresse hídrico.

Após a colheita os grãos foram secos a 12% de umidade (LabGrãos, DCTA-UFPEL) e o óleo extraído por solvente hexano utilizando o método de Soxhlet. Foi realizado a análise do perfil colorimétrico, acidez, carotenoides totais e produtos de degradação. A cor dos grãos foi analisada com um colorímetro Minolta CR-310.

A acidez foi determinada por titulação (AACC, 1995). Os carotenoides totais foram quantificados por espectrofotometria a 450 nm (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001), e os coeficientes de extinção (K232 e K270) por espectrofotometria AOCS,

2009). O experimento seguiu um delineamento fatorial em delineamento inteiramente casualizado, com ANOVA (95%) e comparação de médias pelo teste de Tukey (5%) no RStudio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 está descrito os resultados para acidez e coeficiente de extinção específico (K_{232} e K_{270}) do óleo de soja, com interação significativa entre genótipo e ambiente ($p<0,05$). Os resultados evidenciam que no estresse hídrico, provocado pelo excesso de chuva e pela inundação, aumentou a acidez e o coeficiente de extinção específico dos grãos em ambos os genótipos, indicando prejuízo à sua qualidade. Esse efeito está associado à hidrólise dos triacilgliceróis por lipases, intensificada pelo metabolismo acelerado dos grãos (WRIGLEY *et al.*, 2017).

O genótipo BMX Vênus apresentou menor acidez em condições normais, revelando melhor qualidade inicial, porém mostrou maior sensibilidade em ambientes adversos, acumulando mais produtos de oxidação primária e secundária (K_{232} e K_{270}), reflexo do aumento de defeitos e da formação de compostos oxidativos (RODRIGUES *et al.*, 2012). Em contrapartida, o BMX Fúria, embora tenha exibido maiores valores de acidez em condição normal, demonstrou maior tolerância à deterioração em cenários de excesso de umidade, especialmente sob inundação.

Tabela 1 – Acidez e coeficientes de extinção específico (K_{232} e K_{270}) do óleo de soja

Genótipos	Sem anormalidade	Excesso de chuva	Inundação
	Acidez (mg KOH g ⁻¹)		
BMX Vênus	28,20±3,46 Bc	271,49±0,64 Ab	681,82±2,76 Aa
BMX Fúria	70,97±0,02 Ac	163,23±0,42 Bb	478,36±9,91 Ba
K_{232}			
BMX Vênus	2,50±0,09 Ac	8,22±0,06 Ab	11,14±1,99 Aa
BMX Fúria	3,07±0,00 Ab	4,66±0,01 Bb	11,85±0,54 Aa
K_{270}			
BMX Vênus	0,22±0,01 Bc	1,49±0,03 Ab	4,34±0,02 Aa
BMX Fúria	0,43±0,02 Ac	0,88±0,10 Bb	3,28±0,00 Ba

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os ambientes, enquanto médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os genótipos, de acordo com o teste tukey ($p<0,05$)

Os resultados para carotenoides totais e perfil colorimétrico estão apresentados na tabela 2. Foi observado diferença significativa ($p<0,05$) entre os genótipos e ambientes para carotenoides e perfil colorimétrico.

Tabela 2 – Carotenoides totais e perfil colorimétrico óleo de soja

Genótipos	Sem anormalidade	Excesso de chuva	Inundação
	Carotenoides totais (µg.g ⁻¹)		
BMX Vênus	19,78±0,86 Aa	7,84±0,55 Ac	13,55±0,83 Ab
BMX Fúria	9,66±0,04 Ba	7,27±0,09 Ab	11,27±0,29 Ba
L*			

BMX Vênus	58,98 \pm 0,04 Ba	62,33 \pm 1,26 Ba	59,86 \pm 1,41 Aa
BMX Fúria	66,75 \pm 0,56 Aa	66,72 \pm 0,13 Aa	55,90 \pm 1,49 Bb
a*			
BMX Vênus	-7,17 \pm 0,03 Ac	-5,12 \pm 0,14 Ab	-4,35 \pm 0,24 Ba
BMX Fúria	-8,33 \pm 0,06 Bc	-6,89 \pm 0,01 Bb	-1,46 \pm 0,25 Aa
b*			
BMX Vênus	61,17 \pm 0,48 Aa	41,53 \pm 1,18 Ac	51,74 \pm 2,50 Ab
BMX Fúria	44,15 \pm 0,29 Ba	34,39 \pm 0,05 Bb	47,46 \pm 0,40 Bb

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os ambientes, enquanto médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os genótipos, de acordo com o teste tukey ($p<0,05$)

O genótipo BMX Vênus apresenta os maiores teores de carotenoides que BMX Fúria, independente das condições climáticas, porém apresentou as maiores redução causada pelo excesso de chuva. Esses resultados reforçam que os carotenoides podem atuar como compostos antioxidantes na resposta ao estresse (RAMOS *et al.*, 2021), mas sua dinâmica depende do genótipo e da intensidade da condição adversa.

Em relação aos parâmetros de cor, verificou-se que a luminosidade (L^*) do genótipo BMX Vênus não apresentou diferenças significativas entre os ambientes, enquanto que para o genótipo BMX Fúria, houve redução do valor de L^* sob condição de inundação (Figura 1).

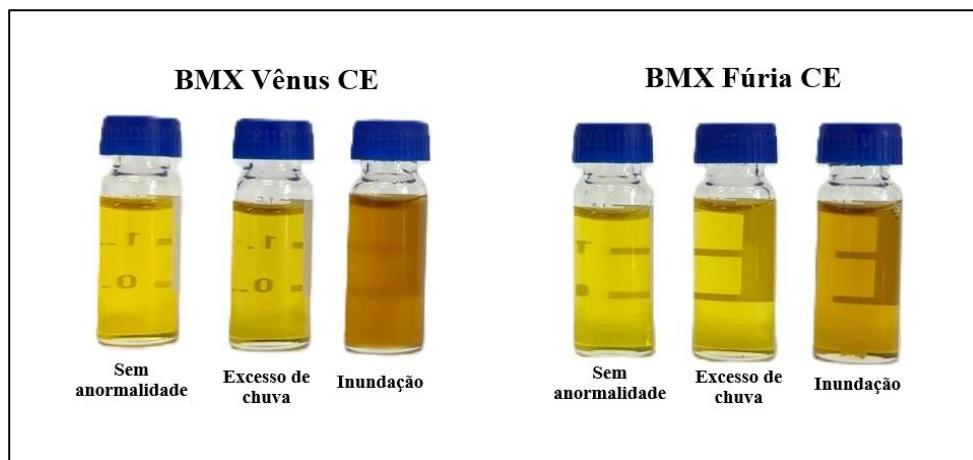


Figura 1 – Óleo de soja de diferentes genótipos em ambientes sem anormalidade climática, em excesso de chuva e inundação

Para o parâmetro a*, os grãos apresentaram uma maior coloração verde na condição sem anormalidade, porém nas condições de excesso de chuva e inundação, a coloração reduziu, indicando uma deterioração da clorofila. Já para o parâmetro b*, houve uma redução da coloração amarela para excesso de chuva e aumento novamente para inundação, tal comportamento pode ser explicado pelo aumento dos carotenoides na condição de inundação (Tabela 2). Na comparação entre genótipos, BMX Fúria apresentou maior luminosidade em ambiente normal e excesso de chuva, mas perdeu intensidade sob inundação, enquanto o BMX Vênus mostrou coloração mais amarelada (maiores valores de b*).

4. CONCLUSÕES

Os resultados confirmam que a qualidade do óleo de soja é fortemente influenciada pelas condições ambientais. Enquanto ambientes normais favoreceram melhores características químicas e colorimétricas, o excesso de chuva e a inundação intensificaram a deterioração. Observou-se ainda que os genótipos responderam de forma distinta: o BMX Vênus teve melhor desempenho em condições normais, mas maior sensibilidade ao estresse, enquanto o BMX Fúria mostrou maior estabilidade diante das condições de excesso de chuva e inundação. Assim, a interação entre genótipo e ambiente deve ser considerada no manejo e na escolha de cultivares.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC (1995) Approved Method of the AACC. 9th Edition, American Association of Cereal Chemists, St. Paul.
- AOCS - American Oil Chemists' Society. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, 5th ed. AOCS Press, Champaign, IL, USA, 2009.
- CONAB. **Último levantamento da safra 2023/2024 estima produção de grãos em 298,41 milhões de toneladas.** 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5728-ultimo-levantamento-da-safra-2023-2024-estima-producao-de-graos-em-298-41-milhoes-de-toneladas>.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Precipitação.** 2025. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/prec>.
- LACERDA FILHO, AF de; DEMITO, A.; VOLKS, MB da S. Qualidade da soja e acidez do óleo. **Nota Técnica**, 2008.
- LORINI, I., FRANÇA-NETO, J. B., HENNING, A. A., KRZYZANOWSKI, F. C., HENNING, F. A., OLIVEIRA, M. A., MANDARINO, J. M. G., HIRAKURI, M. H., BENASSI, V. T. Determinação dos principais defeitos dos grãos de soja na safra 2015/16 pela classificação comercial (IN11). Brasília, DF: Embrapa Soja, 2017.
- RAMOS, A. H.; DA SILVA TIMM, N.; FERREIRA, C. D.; et al. Effects of the intensification of soybean defects: degradation metabolism of carbohydrates, organic acids, proteins, lipids, and phenolics. **Journal of Food Process Preservation**, v. 45, e15516, 2021.
- RODRIGUES, N.; MALHEIRO, R.; CASAL, S.; MANZANERA, M. C. A. S.; ALBINO, B.; PEREIRA, J. A. Influence of spike lavender (*Lavandula latifolia* Med.) essential oil in the quality, stability and composition of soybean oil during microwave heating. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, p. 2894-2901, 2012.
- Rodriguez-Amaya, D.B. (2001) A Guide to Carotenoid Analysis in Foods. ILSI Human Nutrition Institute. One Thomas Circle, NW, Washington DC, 20005-5802, 64.
- SIMAGRO. **Gráfico de dados observados.** 2024. Disponível em: <https://simagro.rs.gov.br/grafico-dados-observados>.
- TAMAGNO, S.; AZNAR-MORENO, J. A.; DURRETT, T. P.; PRASAD, P. V.; ROTUNDO, J. L.; CIAMPITTI, I. A. Dynamics of oil and fatty acid accumulation during seed development in historical soybean varieties. **Field Crops Research**, v. 248, p. 107719, 2020.
- WRIGLEY, C. **Encyclopedia of Food Grains** (2. ed.). Amsterdam: Lissi Tickner, 2016.