



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ÓLEO DE SOJA EM RESPOSTA A CONDIÇÕES CLIMÁTICAS EXTREMAS NA SAFRA 2023/2024 NO RIO GRANDE DO SUL

B. D. Kaster¹, S. N. Jappe², L. A. Rodrigues³, P. Brugnerotto⁴, L. C. C. Cañizares⁵, M. Oliveira⁶

1 - Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas – CEP: 96160-000 – Capão do Leão – RS – Brasil, Telefone: 55 (53) 9 8161-8969 – e-mail: (brendadannenbergekaster@gmail.com)

2 - Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas – CEP: 96160-000 – Capão do Leão – RS – Brasil, Telefone: 55 (51) 9 9923-4160 – e-mail: (jappesilvia@gmail.com)

3 - Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas – CEP: 96160-000 – Capão do Leão – RS – Brasil, Telefone: 55 (91) 9 9239-0688 – e-mail: (larissaalvesrodrigues23@gmail.com)

4 - Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas – CEP: 96160-000 – Capão do Leão – RS – Brasil/ Departamento de Sistemas Ambientais e Sustentabilidade - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – CEP: 98700-000 – Ijuí – RS – Brasil, Telefone: 55 (48) 9 9138-9494 – e-mail: (patriciabrugnerotto@gmail.com)

5 - Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas – CEP: 96160-000 – Capão do Leão – RS – Brasil, Telefone: 55 (53) 9 8454-0772 – e-mail: (lazarocoosta@hotmail.com)

6 - Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas – CEP: 96160-000 – Capão do Leão – RS – Brasil, Telefone: 55 (53) 9 8144-2370 – e-mail: (mauricio@labgraos.com.br)

RESUMO – Este estudo avaliou a qualidade do óleo de três genótipos de soja (NS 6446, BMX Vênus e BMX Fúria) sob condições de inundação e excesso de chuva no Rio Grande do Sul. Foram analisados os parâmetros de densidade, cor, acidez, carotenoides e coeficientes de extinção específicos. A inundação causou maior degradação oxidativa e escurecimento do óleo, enquanto o excesso de chuva apresentou menores índices de acidez e carotenoides totais. O NS 6446 teve menor oxidação sob excesso de chuva, mas maior acidez, indicando maior hidrólise dos lipídios. O BMX Fúria acumulou mais carotenoides, e o BMX Vênus apresentou menor estabilidade no ambiente de excesso de chuva. Os coeficientes de extinção foram mais altos na inundação, indicando maior degradação. O estudo destaca a importância do ambiente e da escolha do genótipo para garantir a qualidade do óleo de soja em diferentes condições climáticas.

ABSTRACT– This study evaluated the oil quality of three soybean genotypes (NS 6446, BMX Vênus, and BMX Fúria) under flooding and excessive rainfall conditions in Rio Grande do Sul. Parameters such as density, color, acidity, carotenoids, and specific extinction coefficients were analyzed. Flooding caused greater oxidative degradation and oil darkening, while excessive rainfall resulted in lower acidity and total carotenoid levels. NS 6446 showed lower oxidation under excessive rainfall but higher acidity, indicating increased lipid hydrolysis. BMX Fúria accumulated more carotenoids, while BMX Vênus exhibited lower stability. Extinction coefficients were higher under flooding, indicating greater degradation. The study highlights the importance of environmental conditions and genotype selection in ensuring soybean oil quality under different climatic conditions.



PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*; clima; óleo; degradação oxidativa.

KEYWORDS: *Glycine max*; climate; oil; oxidative degradation.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é amplamente utilizada na indústria alimentícia devido ao seu alto teor de óleo (19-23%) e proteína (35-42%) (TAMAGNO *et al.*, 2020). No entanto, a qualidade dos grãos pode ser afetada por fatores bióticos e abióticos ao longo do cultivo, resultando na formação de defeitos que comprometem seus constituintes e derivados (LORINI, 2017; RAMOS *et al.*, 2021). Na safra 2023/2024, o Rio Grande do Sul apresentou redução na produção devido ao excesso de chuvas durante o período de cultivo (CONAB, 2024). A degradação do óleo inicia-se na maturação dos grãos e continua até a fase industrial, onde são permitidos até 0,7% de ácidos graxos livres (LACERDA FILHO *et al.*, 2008).

Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo comparar a qualidade do óleo de diferentes genótipos de soja cultivados no Rio Grande do Sul sob condições de excesso de chuva e inundação em 2024, analisando seus impactos na estabilidade e composição do óleo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Procedimentos experimentais

Os grãos de soja (NS 6446 I2X, BMX Vênus e BMX Fúria) foram coletados em duas estações experimentais em Pelotas/RS: Porteira Adentro (Colônia de Pescadores Z3; 10 m de altitude), colhida em 09/05/24, e Exacta Agriscience (Vila Princesa; 26 m de altitude), colhida em 18/05/24.

Os grãos da Porteira Adentro sofreram inundação, enquanto os da Exacta Agriscience enfrentaram excesso de precipitação sem inundação, devido à diferença de altitude. Durante a colheita (maio/2024), a precipitação foi de 640,2 mm (SIMAGRO, 2024), superando a normal climatológica de 343,3 mm para março a maio (INMET, 2025). A Figura 1 compara as anomalias de precipitação entre 2023 e 2024.

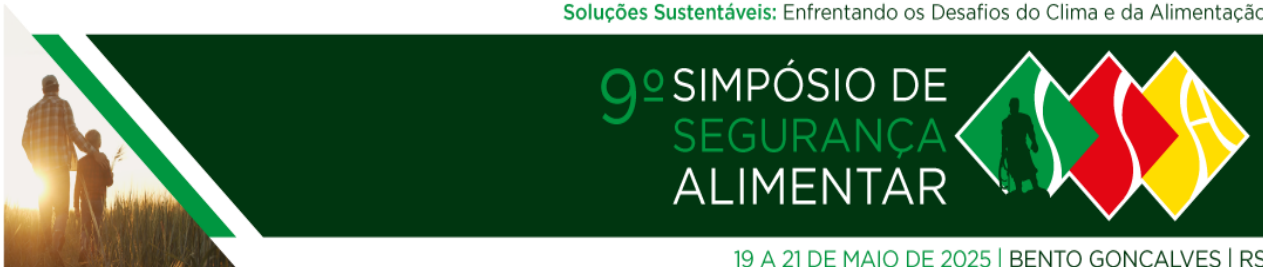
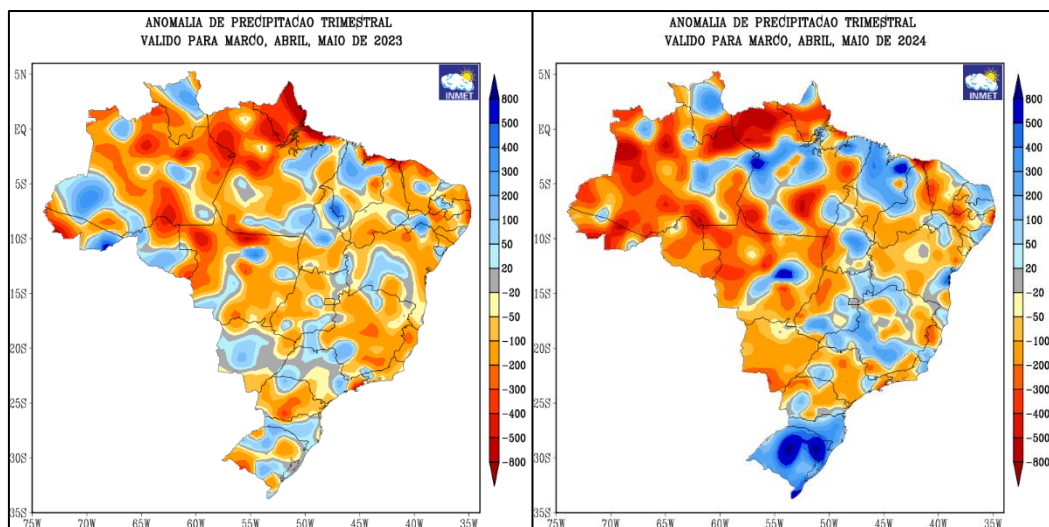


Figura 1 – Comparação da anomalia de precipitação nos meses de março, abril e maio de 2023 e 2024



Fonte: INMET (2025)

Em 2023, as chuvas no RS foram estáveis, mas em 2024 houve extremos, causando inundações em algumas regiões.

2.2 Análises laboratoriais

Os grãos foram secos a 12% de umidade (LabGrãos, DCTA-UFPEL) e o óleo extraído por Soxhlet com hexano. Analisaram-se cor, densidade, acidez, carotenoides totais e produtos de degradação.

A cor dos grãos foi analisada com um colorímetro Minolta CR-310. A densidade seguiu AOCS (1997), e 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 (Ziegler et al., 2017). 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

A Tabela 1 apresenta os resultados de densidade e perfil colorimétrico, com interação significativa entre genótipo e ambiente ($p < 0,05$). BMX Fúria teve a menor densidade, enquanto NS 6446 e BMX Vênus registraram os maiores valores para inundação e excesso de chuva. Densidades elevadas indicam maior presença de fosfolipídios e ácidos graxos de alto peso molecular, aumentando o custo e reduzindo o rendimento do refino do óleo.



Tabela 1 – Densidade e perfil colorimétrico do óleo de soja de diferentes genótipos em ambientes de inundação e excesso de chuva

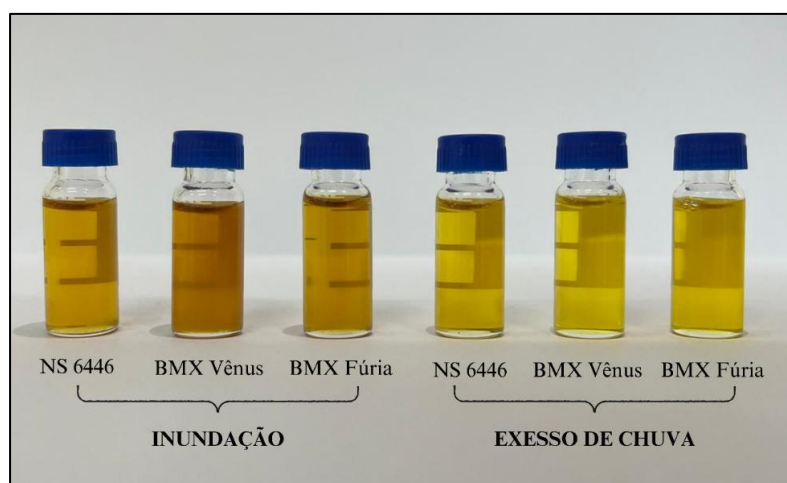
Genótipos	Densidade (g.mL ⁻¹)	L*	a*	b*
Inundação				
NS 6446	0,886±0,69 Ab	61,96±4,34 Ba	-1,07±0,09 Ab	45,57±3,60 Bb
BMX Vênus	0,894±0,72 Aa	59,86±1,06 Aab	-4,35±0,21 Aa	51,74±2,40 Aa
BMX Fúria	0,868±1,37 Ac	55,90±2,07 Bb	-1,46±0,08 Aa	47,47±3,29 Aab
Excesso de chuva				
NS 6446	0,884±0,13 Ba	67,67±2,59 Aa	-8,81±0,37 Ba	56,94±2,52 Aa
BMX Vênus	0,884±0,13 Ba	62,33±1,45 Ab	-5,12±0,14 Bb	41,53±1,43 Bb
BMX Fúria	0,868±0,06 Ab	66,72±1,18 Aab	-6,89±0,13 Bb	34,39±0,53 Bb

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes diferem estatisticamente entre os genótipos, enquanto médias seguidas por letras maiúsculas diferentes diferem estatisticamente entre os ambientes,

O genótipo NS 6446 apresentou os maiores valores de luminosidade (L*) em ambos os ambientes (61,96 e 67,67), indicando um óleo mais claro (Figura 1). Os menores valores de L* foram observados em grãos cultivados sob inundação, refletindo sua menor qualidade.

Para o parâmetro b*, o óleo mais amarelado foi do BMX Vênus sob inundação e do NS 6446 sob excesso de chuva. A coloração mais escura do óleo está relacionada a defeitos nos grãos e a reações químicas enzimáticas e não enzimáticas (BUCHANAN *et al.*, 2015).

Figura 1 – Óleo de soja extraído de diferentes genótipos em ambiente de inundação e excesso de chuva



Os resultados para acidez, carotenoides totais e coeficientes de extinção específico (K_{232} e K_{270}) do óleo de soja estão apresentados na tabela 2. Foi observado diferença significativa ($p < 0,05$) entre os genótipos e ambientes para acidez, carotenoides e coeficientes de extinção específico.



Tabela 2 – Acidez, carotenoides totais e coeficientes de extinção específico (K_{232} e K_{270}) do óleo de soja

Genótipos	Acidez (mg KOH g ⁻¹)	Carotenoides totais (µg.g ⁻¹)	K_{232}	K_{270}
NS 6446	676,85±2,75 Aa	13,55±0,83 Aa	11,34±0,12 A	2,68±0,25 Ac
BMX Vênus	473,38±9,94 Ab	11,26±0,29 Aa	11,56±2,06 A	4,34±0,03 Aa
BMX Fúria	397,17±16,33 Ac	9,33±0,02 Bb	12,32±0,58 A	3,28±0,01 Ab
Excesso de chuva				
NS 6446	266,53±0,66 Ba	7,84±0,55 Bb	4,77±0,13 Bb	0,91±0,01 Bb
BMX Vênus	158,29±0,40 Bb	7,27±0,09 Bb	8,65±0,08 Ba	1,49±0,04 Ba
BMX Fúria	111,11±3,32 Bc	12,46±1,01 Aa	5,09±0,02 Bb	0,88±0,10 Bb

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

O genótipo NS 6446 apresentou os maiores índices de acidez do óleo em ambas as condições (676,85 e 266,53 mg KOH g⁻¹), enquanto BMX Fúria registrou os menores (397,17 e 111,11 mg KOH g⁻¹). A acidez foi menor sob excesso de chuva, indicando melhor qualidade do óleo. O aumento da acidez deve-se à hidrólise dos triacilgliceróis por lipases, intensificada pelo metabolismo acelerado dos grãos (WRIGLEY *et al.*, 2017).

Os carotenoides foram mais elevados em NS 6446 e BMX Vênus sob inundação, enquanto BMX Fúria acumulou mais sob excesso de chuva, refletindo respostas metabólicas ao estresse hídrico. Os valores de K_{232} e K_{270} foram maiores na inundação, devido ao aumento de defeitos nos grãos e à formação de compostos primários e secundários de oxidação (RODRIGUES *et al.*, 2012).

4 CONCLUSÕES

A qualidade do óleo de soja variou conforme o genótipo e o ambiente. A inundação intensificou a oxidação e o escurecimento do óleo, enquanto o excesso de chuva reduziu a acidez. O NS 6446 teve menor degradação oxidativa sob excesso de chuva, mas apresentou maior acidez, o que pode comprometer sua estabilidade. O BMX Fúria acumulou mais carotenoides nesse ambiente, enquanto o BMX Vênus foi o menos estável. Os resultados destacam a influência do ambiente e a importância da escolha do genótipo para garantir a qualidade do óleo.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Unidade EMBRAPPI InovaAgro-UFPel, a empresa Exacta Agriscience e Agropecuária Canoa Mirim S/A.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

AOCS - American Oil Chemists' Society. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, Champaign, IL (1997).

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry & Molecular Biology of Plants** (2. ed.). Chichester, UK: Wiley Blackwell, 2015.

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>.

LACERDA FILHO, A. F.; DEMITO, A.; VOLK, M. B. S. Qualidade da soja e acidez do óleo (nota técnica). 2008. Disponível em: <http://www.sop.eng.br.pdf>.

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. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1072646/1/227.pdf>.

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.

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: Lisa Tickner, 2016.