



INUNDAÇÃO E EXCESSO DE CHUVA NA SAFRA 2023/2024 NO RIO GRANDE DO SUL: AFETOU A QUALIDADE DO GRÃO DE SOJA?

S. N. Jappe¹, B. D. Kaster², P. Brugnerotto³, L. A. Rodrigues⁴, 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 (51) 99923-4160 – e-mail: jappesilvia@gmail.com

2- Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas – CEP: 96160-000 – Capão do Leão – RS – Brasil, Telefone: 55 (53) 98161-8969 – e-mail: brendadannenbergekaster@gmail.com

3- Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Pelotas – CEP: 96160-000 – Capão do Leão – RS – Brasil/Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – CEP: 98700-000 – Ijuí – RS – Brasil, Telefone: (48) 99138-9494 - e-mail: patriciabrugnerotto@gmail.com

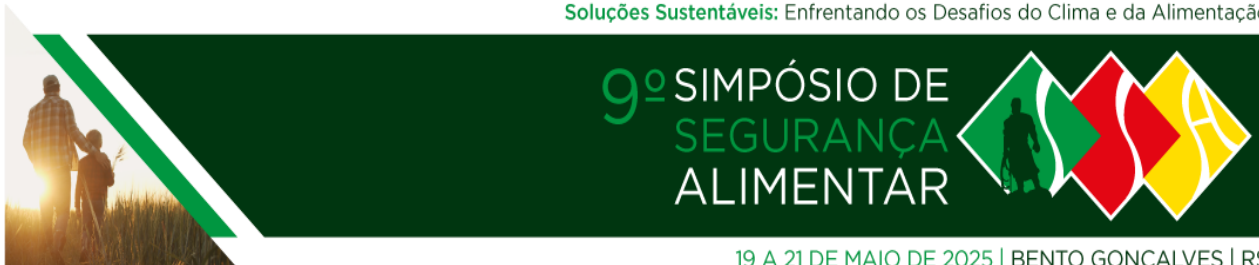
4- Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas – CEP: 96160-000 – Capão do Leão – RS – Brasil, Telefone: 55 (91) 99239-0688 – e-mail: larissaalvesrodrigues23@gmail.com

5- Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas – CEP: 96160-000 – Capão do Leão – RS – Brasil, Telefone: 55 (53) 98454-0772 – e-mail: lazarocosta@gmail.com

6- Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas – CEP: 96160-000 – Capão do Leão – RS – Brasil, Telefone: 55 (53) 98144-2370 – e-mail: mauricio@labgraos.com

RESUMO – A soja representa 48,52% de todo grão produzido no Brasil. O excesso de chuvas prejudicou a produção agrícola devido a impossibilidade de realizar a colheita dos grãos. O objetivo deste estudo foi verificar a influência na qualidade dos grãos pelo excesso de chuva e inundação das lavouras de soja na safra 2023/2024. A condição de inundação reduziu o peso de mil grãos de todos os genótipos, quando comparado a condição de excesso de chuva. Independente do genótipo, na condição de inundação teve maiores teores de acidez e sólidos lixiviados, sugerindo uma maior degradação dos grãos nessa condição. A condutividade elétrica foi maior na condição de inundação ($1183,77 \mu\text{S cm}^{-1}$) e a proteína solúvel menor (60,84%), evidenciando os malefícios do cultivo nessa condição. O excesso de chuva, principalmente em situações de inundação, influencia negativamente a qualidade dos grãos de soja.

ABSTRACT – Soybeans account for 48.52% of all grain produced in Brazil. Excessive rainfall has harmed agricultural production due to the inability to harvest the grains. This study aimed to assess the impact of excessive rainfall and field flooding on the quality of soybean grains during the 2023/2024 harvest. Flooding conditions reduced the thousand-grain weight of all genotypes compared to excessive rainfall conditions. Regardless of genotype, flooding led to higher acidity levels and leached solids, suggesting greater grain degradation under these conditions. Electrical conductivity was higher under flooding conditions ($1183.77 \mu\text{S cm}^{-1}$), while soluble protein content was lower (60.84%), highlighting the negative effects of cultivation in such conditions. Excessive rainfall, particularly in cases of flooding, negatively affects soybean grain quality.



PALAVRAS-CHAVE: anomalia climática; região sul; chuva; qualidade de grãos.

KEYWORDS: climatic anomaly; southern region; rainfall; grain quality.

1. INTRODUÇÃO

A soja é uma das principais culturas produzidas e consumidas no mundo, principalmente devido ao seu alto teor de óleo e proteína, sendo amplamente utilizada na indústria alimentícia (Hensen *et al.*, 1987). A soja representa 48,52% de todo grão produzido no Brasil (Conab, 2023). No período entre junho de 2023 e junho de 2024, foram registrados 929 eventos de precipitação extrema, em que cerca de 70% dos registros ocorreram em 2024 (Leusin Júnior *et al.*, 2024). O excesso de chuvas em 2024 afetou a produção agrícola devido a impossibilidade de realizar a colheita dos grãos. Isso ocorreu por alguns locais apresentarem excesso de chuva ou perpassarem por inundação no período de colheita da soja. O objetivo deste estudo foi verificar a influência do excesso de chuva e inundação durante o cultivo na qualidade dos grãos de soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os genótipos de soja NS 6446 I2X, BMX Vênus CE e BMX Fúria CE foram colhidos em maio/2024 em duas regiões de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. Vila princesa (31°31'56.77"S e 52°13'59.83"O) foi a região com excesso de chuva e está em uma altitude de 27m acima do nível do mar. A região Z3 (31°38'28.84"S e 52°14'01.34"O) foi a região de inundação e está a 13m acima do nível do mar. No mês de maio de 2024 foi registrado 327,2mm e a normal climatológica é 129,1mm (INMET, 2025a; INMET, 2025b).

Após a colheita, os grãos foram transportados para o Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LabGrãos/UFPel). A composição química foi determinada pelo equipamento FOSS NIRSTMDS2500 SR, 2014. A solubilidade da proteína (%) em água foi determinada de acordo com Liu *et al.* (1992). O perfil colorimétrico foi determinado usando um colorímetro (Minolta, CR-310, Osaka, Japão). Os sólidos lixiviados e a condutividade elétrica foram determinados conforme descrito pela ISTA (ISTA, 2008). A acidez foi determinada de acordo com o método 02-01A desenvolvido pela AACC (AACC, 2000). O peso de mil grãos foi realizado conforme o método descrito em BRASIL, 2009. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3x2. Os dados foram submetidos a Análise de Variância com 95% de confiabilidade e a comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo software RStudio.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou interação significativa ($p < 0,05$) entre ambiente de cultivo e os genótipos para peso de mil grãos, acidez, sólidos lixiviados e parâmetro de cor b^* (Tabela 1).

Tabela 1 – Peso de mil grãos, acidez, sólidos lixiviados e cor (parâmetro b^*) de genótipos de soja em dois ambientes de cultivo.

Genótipo	Excesso de chuva	Inundação
	Peso de mil grãos (g)	
NS 6446 I2X	146,99±4,16aA	112,12±2,20aB
BMX Vênus CE	125,69±1,23bA	103,87±1,16bB
BMX Fúria CE	114,59±2,87cA	94,30±2,77cB
	Acidez (mg NaOH.100 g ⁻¹)	
NS 6446 I2X	1,64±0,03bB	4,80±0,25cA
BMX Vênus CE	3,29±0,33aB	8,91±0,20aA
BMX Fúria CE	2,25±0,03bB	5,96±0,26bA
	Sólidos lixiviados (%)	
NS 6446 I2X	9,36±0,65bB	15,22±0,77 ^{ns} A
BMX Vênus CE	12,61±0,93a ^{ns}	14,19±0,66 ^{ns}
BMX Fúria CE	10,34±1,47bB	14,62±0,65 ^{ns} A
	Cor – Parâmetro b^*	
NS 6446 I2X	22,16±0,40aA	17,27±0,27abB
BMX Vênus CE	19,08±0,66bA	16,44±1,42bB
BMX Fúria CE	21,52±0,20aA	18,46±0,46aB

*As letras minúsculas comparam os genótipos e as letras maiúsculas comparam os ambientes pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ns: Médias não significativas estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

Independente do genótipo analisado, os maiores pesos de mil grãos foram observados no ambiente de excesso de chuva. Além disso, pode-se verificar que o genótipo NS 6446 I2X apresentou os maiores pesos de mil grãos (146,99 e 112,12g) e o genótipo BMX Fúria CE os menores (114,59 e 94,30g), nos ambientes de excesso de chuva e inundação, respectivamente. O peso de mil grãos varia pelas características intrínsecas ao genótipo, ambiente de cultivo e fatores climatológicos como a disponibilidade hídrica durante a fase de enchimento de grãos (Oliveira *et al.*, 2019).

Na condição de excesso de chuva foi evidenciado os menores teores de acidez quando comparado com a região de inundação. O genótipo BMX Vênus CE apresentou maior acidez em ambas as condições. O aumento da acidez ocorre em função da hidrólise dos triacilgliceróis mediada por lipases, processo que se intensifica com o metabolismo acelerado dos grãos (Wrigley *et al.*, 2017).

Quanto ao parâmetro de cor b^* , os genótipos em condição de inundação, apresentaram menor valor, o que sugere coloração mais escura dos grãos nessa condição. Na condição de inundação, os genótipos NS 6446 I2X (15,22%) e BMX Fúria CE (14,62%) apresentaram maiores



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

teores de sólidos lixiviados, indicando que a estrutura celular dos grãos foi danificada pela desestruturação celular, que facilita a lixiviação desses compostos (Demito, 2019). O genótipo BMX Vênus CE apresentou maior teor de sólidos lixiviados (12,61%) quando cultivado com excesso de chuvas. A análise de variância mostrou interação significativa ($p < 0,05$) entre ambiente de cultivo e os genótipos para amido, óleo e cinzas (Tabela 2).

Tabela 2 – Composição de amido, óleo e cinzas de genótipos de soja em dois ambientes de cultivo.

Genótipo	Excesso de chuva		Inundação
	Amido (%)		
NS 6446 I2X	2,71±0,72 ^{ns} B		3,85±0,06aA
BMX Vênus CE	3,17±0,77 ^{ns}		2,35±0,47b ^{ns}
BMX Fúria CE	3,20±0,45 ^{ns}		3,24±0,44ab ^{ns}
Óleo (%)			
NS 6446 I2X	14,81±0,85 ^{ns} B		11,35±0,14cA
BMX Vênus CE	16,52±0,58 ^{ns}		16,38±1,73a ^{ns}
BMX Fúria CE	15,60±0,58 ^{ns}		14,20±0,78b ^{ns}
Cinzas (%)			
NS 6446 I2X	3,67±0,47B		4,46±0,05bA
BMX Vênus CE	3,66±0,35B		5,57±0,29aA
BMX Fúria CE	3,48±0,28B		4,65±0,34bA

*As letras minúsculas comparam os genótipos e as letras maiúsculas comparam os ambientes pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ns: Médias não significativas estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

Quanto a composição de amido e óleo, apenas o genótipo NS 6446 I2X apresentou maior composição em condição de inundação. O genótipo BMX Vênus CE apresentou maior quantidade de óleo (16,38%) e os genótipos NS 6446 I2X e BMX Fúria CE apresentaram maior quantidade de amido em condição de inundação, 3,85 % e 3,24%, respectivamente. A composição química da soja pode variar por diversos fatores, como cultivar, localização geográfica, condições climáticas, tipo de solo e práticas agrônômicas (Horan, 1974).

A análise de variância mostrou interação não significativa ($p > 0,05$) entre ambiente de cultivo e os genótipos, portanto, está apresentado os efeitos simples para proteína solúvel, proteína bruta, fibras, condutividade elétrica e parâmetros de cor L* e a* de genótipos de soja cultivados em dois ambientes estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Proteína solúvel, proteína bruta, fibras, condutividade elétrica, parâmetros de cor L* e a* de genótipos de soja em dois ambientes de cultivo.

Variável analisada	Ambiente de cultivo		Genótipos		
	Inundação	Excesso de chuva	NS 6446 I2X	BMX Vênus CE	BMX Fúria CE



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

Proteína solúvel (%)	60,84b	80,47a	69,35b	64,34b	78,27a
Proteína bruta (%)	35,12a	34,07b	34,77 ^{ns}	34,26 ^{ns}	34,76 ^{ns}
Fibras (%)	5,36a	4,70b	4,96 ^{ns}	5,20 ^{ns}	4,93 ^{ns}
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	1183,77a	405,22b	674,83b	941a	767,66ab
Cor – Parâmetro L*	50,14b	53,96a	53,04a	50,07b	53,03a
Cor – Parâmetro a*	4,43 ^{ns}	4,82 ^{ns}	4,56ab	4,33b	4,98a

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ns: Médias não significativas estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

A condição de excesso de chuva apresentou maior teor de proteína solúvel (80,47%). Na condição de inundação apresentou maiores teores de proteína bruta (35,12%) e fibras (5,36%). Em relação aos genótipos, as análises de proteína bruta e fibras não apresentam diferença estatística, porém, o genótipo BMX Fúria CE apresentou mais proteína solúvel (78,27%) quando comparado com os demais genótipos. Quanto ao parâmetro de cor L*, no ambiente de excesso de chuva apresentou maior valor (53,96), indicando espectro luminoso, quando comparado a soja cultivada em inundação (coloração mais escura). Os genótipos NS 6446 I2X e BMX Fúria CE apresentaram menores valores de condutividade elétrica. Segundo Cañizares *et al.* (2022), a condutividade elétrica de quatro cultivares de soja variaram de 260 a 457,50 $\mu\text{S cm}^{-1}$, valores semelhantes ao encontrado na condição de excesso de chuva. Entretanto, inferior ao encontrado na condição de inundação (1183,77 $\mu\text{S cm}^{-1}$), indicando maior degradação dos grãos.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que o excesso de chuvas e, principalmente, a inundação, interferem negativamente na qualidade dos grãos de soja, especialmente na colheita, apresentando aumento da acidez, sólidos lixiviados, condutividade elétrica e redução no peso de mil grãos e proteína solúvel, o que indica maior degradação celular e redução na qualidade química e tecnológica dos grãos. Entre os genótipos avaliados, o BMX Fúria CE destacou-se por apresentar maior teor de proteína solúvel, o NS 6446 I2X mostrou maior peso de mil grãos e o BMX Vênus CE apresentou maior acidez.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Porteira Adentro Consultoria Agropecuária, à Exacta Agriscience e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



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

AACC. American Association of Cereal Chemists. Approved methods of AACC. 10.ed. Saint Paul: AACC, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Determinações adicionais – peso de mil sementes. In: Regras para análise de sementes. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, p.346, 2009.

CAÑIZARES, Lázaro da Costa Corrêa. Efeitos do uso de exaustores eólicos e de diferentes genótipos na redução de perdas, na qualidade e no custo do armazenamento de grãos de soja. 2022. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos – Safra 2022/23 – 5º Levantamento. Brasília: Conab, 2023.

DEMITO, Angélica. **Efeitos da umidade e da temperatura de armazenamento sobre parâmetros de avaliação de propriedades tecnológicas e nutricionais de grãos de feijão carioca.** 2019. 68f. Tese – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. UFPel, Pelotas, 2019.

HENSEN, B.C.; FLORES, E.S.; TANKSLEY, T.D.; JR.; KNABE, D.A. Effect of different heat treatments during processing of soybean meal on nursery e growing pig performance. Journal of Animal Science, v. 65, p. 1283–1291, 1987.

HORAN, F.E. Soy protein products and their production. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v.51, n.1, p.67a-73a, Jan. 1974.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Chuva acumulada mensal/Estação: Capão do Leão (Pelotas) 05/2024. 2025b. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/Graficos/A001>

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Normal Climatológica do Brasil. 2025a. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/uploads/normais/30Precipita%C3%A7%C3%A3o-Acumulada-NCB_1981-2010.xls

ISTA. International Seed Testing Association. Determination of other seeds by number. In: International rules for seed testing. Bassersdorf: ISTA, 4, 1-43, 2008.

LEUSIN JÚNIOR, S., FEIX, R. D., PESSOA, M. L., RISCO, G. **Painel do agronegócio do Rio Grande do Sul – 2024.** Porto Alegre: SPGG, 2024.

OLIVEIRA, A.B.; LEITE, R.M.V.B.; JUNIOR, A.A.B.; SEIXAS, C.D.S.; KERN, H.S. Soja: 500 perguntas, 500 respostas. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

WRIGLEY, C. Encyclopedia of Food Grains (2. ed.). Amsterdam: Lisa Tickner, 2016.