

TESTES DE DETERIORAÇÃO CONTROLADA, ESTRESSE HÍDRICO E SALINO EM SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM L-PROLINA

LUCAS PALUDO^{1,2*}, JOÃO PEDRO NICOLAU OESTREICH^{2,3}, PEDRO
HENRIQUE HOFSTATTER FORSTER^{2,3}, ANDRÉ LUIZ RADÜNZ^{2,4},
SAMUEL MARIANO-DA-SILVA^{2,5}

1 Introdução

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), no ano agrícola de 2023 foram colhidas 2.972.269 toneladas de soja no estado de Santa Catarina. Entre os fatores que afetam a produtividade desta cultura, destaca-se a qualidade das sementes, que, em geral, apresentam alto potencial genético. No entanto, este potencial não garante o estabelecimento uniforme e a qualidade do estande das plantas em lavouras comerciais a campo (MÓGOR et al., 2008).

Esta demanda tem propiciado o aparecimento de vários insumos agrícolas, entre eles a L-prolina, que tem sido associados a um maior desenvolvimento das raízes e resistência ao estresse (PESSOA, 2021). Os testes de vigor (estresse hídrico, salino e deterioração controlada) foram desenvolvidos com o objetivo de identificar diferenças no potencial fisiológico de lotes de sementes. Desta forma espera-se que estes testes permitam verificar o efeito protetor da L-prolina.

2 Objetivos

Objetivou-se, com o presente projeto, avaliar o efeito da L-prolina sobre o processo de germinação de sementes de soja submetida a testes de vigor.

3 Metodologia

As sementes de soja utilizadas foram obtidas em lavoura comercial (sementes salvas) da cultivar GH 5933IPRO, as quais não receberam nenhum tratamento prévio. As sementes

¹ Discente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó, Contato: lpaludo00@gmail.com

² Grupo de Pesquisa em Agricultura e Biodiversidade

³ Discente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó

⁴ Doutor em Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó

⁵ Doutor em Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó, Orientador.
Contato: samuel.silva@uffs.edu.br

foram submetidas ao teste de germinação e crescimento de plântulas (BRASIL, 2025), sob a presença ou ausência do pré-tratamento com doses de L-prolina em três diferentes ensaios sob condições de estresse: hídrico (VILLELA et al. 1991), salino (BRACCINI et al. 1996) e envelhecimento acelerado (MARCOS-FILHO et al., 1999).

Os ensaios com os estresses hídrico e salino foram planejados sob esquema inteiramente casualizado em delineamento experimental fatorial, com 2 fatores e 4 repetições. O primeiro fator foi composto por quatro diferentes níveis (0, 50, 100 e 200 μmol de L-prolina) e o segundo por 5 níveis (potenciais osmóticos 0,0, -0,2, -0,4 e -0,6 Mpa) para o teste estresse hídrico e por 4 níveis (potenciais osmóticos 0,0, -0,3, -0,6 e -0,9 Mpa) para o teste estresse salino. O ensaio com o estresse deterioração controlada foi planejado sob esquema inteiramente casualizado em delineamento experimental fatorial, com 2 fatores e 4 repetições. O primeiro fator foi composto por 2 níveis (ausência de envelhecimento acelerado e envelhecimento acelerado). O segundo fator foi composto por 4 níveis (0, 50, 100 e 200 μmol de L-prolina). A análise de variância (teste de F a 99 %) foi utilizada para analisar as variáveis. As comparações das médias foram feitas pelo teste de comparações múltiplas de Tukey ou regressão, ambos a 99% de confiança (PIMENTEL-GOMES, 2000).

4 Resultados e Discussão

De acordo com a análise de variância, existe interação significativa entre os fatores potencial osmótico e doses de L-prolina em relação a variável germinação de sementes submetidas ao estresse hídrico e estresse salino, indicando a existência de dependência entre os fatores. Através do desdobramento do efeito da interação, pela realização de nova análise de variância, em que os níveis do fator doses de L-prolina foram comparados dentro dos níveis do fator potencial osmótico (e vice-versa), foi possível observar efeito significativo para o fator doses de L-prolina dentro dos potenciais osmóticos -0,2; -0,4 e -0,6 Mpa (ensaio estresse hídrico) e -0,6 e -0,9 Mpa (ensaio estresse salino) e para o fator potencial osmótico dentro de todas as doses de L-prolina testadas em ambos os ensaios, sendo que estes efeitos podem ser observados através das estimativas das equações lineares e quadráticas apresentadas na Figura 1 (estresse hídrico) e Figura 2 (estresse salino).

Os resultados obtidos corroboram com os de KONG et al. (2024) que ao estudarem o condicionamento osmótico da L-prolina sobre o vigor de sementes de arroz concluíram que o aminoácido tem potencial para ser utilizada como agente de preparo de sementes pré-germinação, melhorando o vigor e conferindo às sementes capacidade de produzir plântulas normais. Ainda ARTEAGA et al. (2020), em ensaios com feijão, indicam que o uso de L-

prolina pode melhorar a tolerância das plantas a estresses abióticos, como a seca.

Figura 1: Equações lineares e quadráticas referentes a (A) decomposição dos graus de liberdade da interação doses de L-prolina x potencial osmótico + os graus de liberdade do fator doses de L-prolina e (B) decomposição dos graus de liberdade da interação doses de L-prolina x potencial osmótico + os graus de liberdade do fator potencial osmótico referentes ao parâmetro germinação (%) das sementes de soja submetidas ao estresse hídrico.

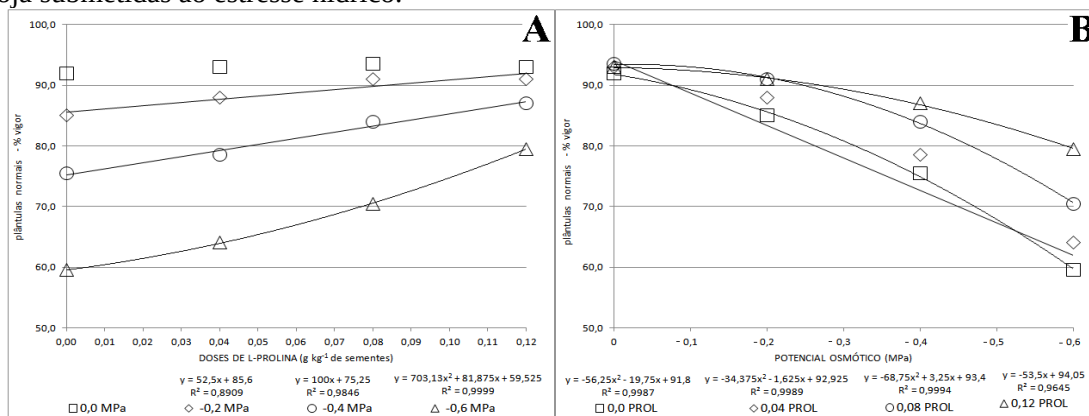
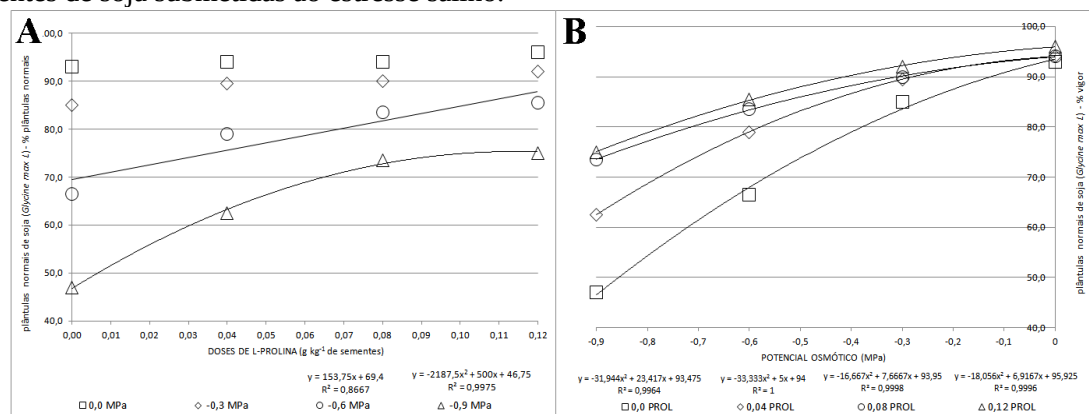


Figura 2: Equações lineares e quadráticas referentes a (A) decomposição dos graus de liberdade da interação doses de L-prolina x potencial osmótico + os graus de liberdade do fator doses de L-prolina e (B) decomposição dos graus de liberdade da interação doses de L-prolina x potencial osmótico + os graus de liberdade do fator potencial osmótico referentes ao parâmetro plântulas normais (%) das sementes de soja submetidas ao estresse salino.



De acordo com o teste de variância, (teste de F), não existe interação significativa entre os fatores doses de L-prolina e envelhecimento acelerado em relação à variável taxa de germinação, indicando a inexistência de dependência entre os fatores. No entanto, foi possível observar efeito significativo para os fatores envelhecimento acelerado e doses de L-prolina isoladamente. As médias entre os níveis do fator envelhecimento acelerado são representadas na Tabela 1, enquanto que a comparação de médias entre os níveis do fator doses de L-prolina é representado através da estimativa da equação de regressão linear apresentada na Figura 3.

Tabela 1. Porcentagem de germinação em sementes de soja (*Glycine max* L) com e sem a aplicação do teste de envelhecimento acelerado, tratadas com diferentes doses de L-prolina.

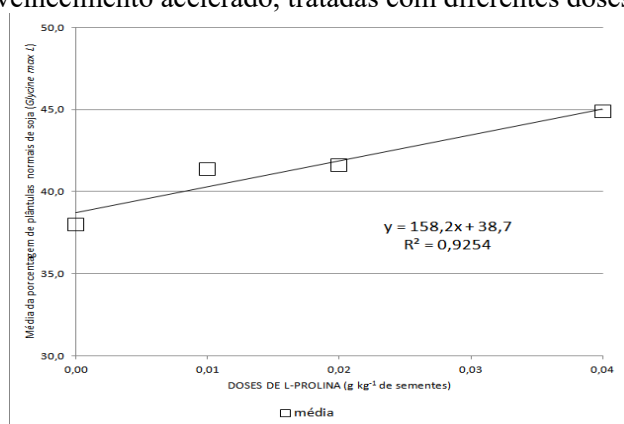
TRATAMENTO	DOSES DE L-PROLINA (g kg ⁻¹ de sementes)				MÉDIA
	0,0g	0,01g	0,02g	0,04g	
STEА*	76,0	80,8	81,5	83,5	80,4a
CTEA**	0,0	2,0	1,8	6,3	2,5b

CV = 3,821%

*STEА – sem envelhecimento acelerado; **CTEA – com envelhecimento acelerado.

Médias seguidas de uma mesma letra não divergem entre si, em uma mesma coluna, a 95% de confiança.

Figura 3: Média da porcentagem de germinação de sementes de soja (*Glycine max* L) com e sem a aplicação do teste de envelhecimento acelerado, tratadas com diferentes doses de L-prolina.



Os resultados obtidos demonstraram que na média, não entre as doses, com o aumento da dose de L-prolina, foi possível elevar o vigor, especialmente entre aquelas sementes que não passaram pelo processo de envelhecimento acelerado, que interferiu no vigor de forma contundente. Apesar disto, mesmo quando do envelhecimento acelerado, estatisticamente, quanto maior a dose de L-prolina maior o vigor, demonstrando que a L-prolina modulou positivamente a germinação das sementes. Segundo SRIVASTAVA et al. (2016), os aminoácidos quando aplicados de forma exógena podem tornar as plantas mais tolerantes aos fatores de estresse, atuando regulando os osmólitos e aumentando a eficiência do sistema antioxidante e da expressão gênica.

5 Conclusão

A L-prolina se mostrou promissora quanto ao mitigar os efeitos do estresse na germinação de sementes de soja.

Referências Bibliográficas

- ARTEAGA, S. *et al.* The use of proline in screening for tolerance to drought and salinity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. **Agronomy**, n. 6, v.10, n.817, p.1-16, 2020.
- BRACCINI, A. L. *et al* Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 18, n. 1, p.10-16, 1996.
- BRASIL (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2025.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Estatística da Produção Agrícola**. Gráfica do IBGE, Brasília, 2023.
- KONG, C. K. Y. *et al.* Proline priming enhances seed vigour and biochemical attributes of rice during germination. **Tropical Life Sciences Research**, v.35, n.3, p.149-163, 2024.
- MARCOS-FILHO, J. **Teste de envelhecimento acelerado**. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES. Cap.3, p.3.1-3.24, 1999.
- MÓGOR, A. F. *et al.* Aplicação foliar de extrato de alga, ácido L-glutâmico e cálcio em feijoeiro. **Revista Scientia Agrária**, n. 9, p. 431-437, 2008.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14ª ed, Piracicaba: Livroceres, 2000.
- PESSOA, T. N. **Entenda como os aminoácidos nas plantas podem melhorar sua produção agrícola**. Aegro: Porto Alegre, 3p. 2021.
- SRIVASTAVA, A. K. *et al.* **Plant bioregulators for sustainable agriculture**. In: Advances in agronomy. Academic Press, cap.4, p. 237-278, 2016.
- VILLELA, F.A. *et al.* Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, p.1957-1968, 1991.

Palavras-chave: Estresse; aminoácido; germinação de sementes.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES 2024-0098

Financiamento

