

## ACÚMULO DIFERENCIAL DE METABÓLITOS EM PESSEGUEIROS CV. CHIMARRITA: EFEITO DO PORTA-ENXERTO E DO ALAGAMENTO RECORRENTE

**JULIA BARROS BUSATO<sup>1</sup>; JONATAN EGEWARTH<sup>2</sup>; SIMONE RIBEIRO LUCHO<sup>3</sup>; LARA BAYER EVALDT<sup>4</sup>; VALMOR JOÃO BIANCHI<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão – [juliabbusato2004@gmail.com](mailto:juliabbusato2004@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão – [egewarthjonatan@gmail.com](mailto:egewarthjonatan@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão – [lara.bevaldt@gmail.com](mailto:lara.bevaldt@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão – [simonibelmonte@gmail.com](mailto:simonibelmonte@gmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão – [valmorjb@yahoo.com](mailto:valmorjb@yahoo.com)

### 1. INTRODUÇÃO

A cultura do pessegueiro é importante social e economicamente para o Rio Grande do Sul (RS), que é responsável por cerca de 65% da produção nacional do fruto (IBGE, 2023). Os pomares são formados por plantas enxertadas, ou seja, compostas por dois genótipos, uma cultivar copa e um porta-enxerto. Um bom porta-enxerto dever proporcionar algum controle do vigor da cultivar copa, induzir boa produtividade e qualidade de frutos (EGEWARTH et al., 2024). Frente as diversidades climáticas recorrentes, que tem acometido o estado nos últimos anos (seca e alagamento) (NETO et al., 2025), o porta-enxerto também pode ser usado para mitigar os efeitos do estresse hídrico. Chuvas frequentes e intensas geram uma limitação de oxigênio no solo, causando hipóxia (baixa quantidade de oxigênio) e/ou anóxia (ausência de oxigênio) no sistema radicular. Uma das soluções para reduzir os efeitos negativos da privação de oxigênio para as raízes é a identificação de porta-enxertos mais tolerantes a essa condição de estresse (EGEWARTH et al., 2024).

De acordo com EGEWARTH et al. (2024), pessegueiros 'Chimarrita' enxertados sobre 'Tsukuba-1' apresentaram respostas ecofisiológicas mais adequadas do que 'Chimarrita'/'Capdeboscq' em condições de alagamento. O uso de cultivares copa e porta-enxertos de plantas tolerantes ao estresse hídrico é a melhor alternativa no momento, porém ainda carece de informações fisiológicas sobre a resposta da planta sobre nível de metabólitos como os aminoácidos livres, prolina e proteínas solúveis totais (EGEWARTH et al., 2024). Diferenças na produção desses metabólitos em plantas estressadas tem sido apontado como uma resposta de defesa para diminuir os efeitos danosos do estresse causado pelo alagamento (ASLAM et al., 2023). Diante desse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar as diferenças de prolina, aminoácidos solúveis totais e proteínas totais em casca, lenho e raiz de pessegueiros da cultivar Chimarrita enxertada sobre 'Capdeboscq' e 'Tsukuba-1' sob condições de alagamento recorrente.

### 2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado em casa de vegetação, no Campus Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas – Brasil/RS, nos meses de agosto a outubro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, bifatorial (2X4), sendo dois níveis do fator genótipo do porta-enxerto ('Tsukuba-1' e 'Capdeboscq') enxertados com a cultivar copa 'Chimarrita', e quatro níveis do fator condição hídrica (referência, 1º alagamento; 2º alagamento e recuperação do 2º alagamento). Os períodos de alagamento foram de sete dias e os períodos de recuperação foram

de 30 dias após os alagamentos. As variáveis analisadas foram: conteúdo de prolina, aminoácidos solúveis totais e proteínas totais em casca, lenho e raiz. Foram coletados ramos e raízes 9h30 e 10h30 da manhã. As porções medianas dos ramos foram utilizadas para as amostragens, separando-se a casca do lenho, aferindo aproximadamente 0,3 g de massa fresca (MF) para casca, lenho e raiz. A extração de prolina e aminoácidos solúveis totais foi realizado conforme ZANANDREA et al. (2009). Realizou-se a quantificação de prolina (conforme ÁBRAHÁM et al., 2010), de aminoácidos solúveis totais (conforme YEMM; COCKING, 1955) e de proteínas totais (conforme BRADFORD, 1976). A análise ANOVA foi realizada seguida do Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) com o software estatístico Sisvar 5.0 (FERREIRA, 2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os fatores avaliados para as variáveis resposta prolina de casca, lenho e raiz (Figura 1) e aminoácidos solúveis totais de raiz (Tabela 1).

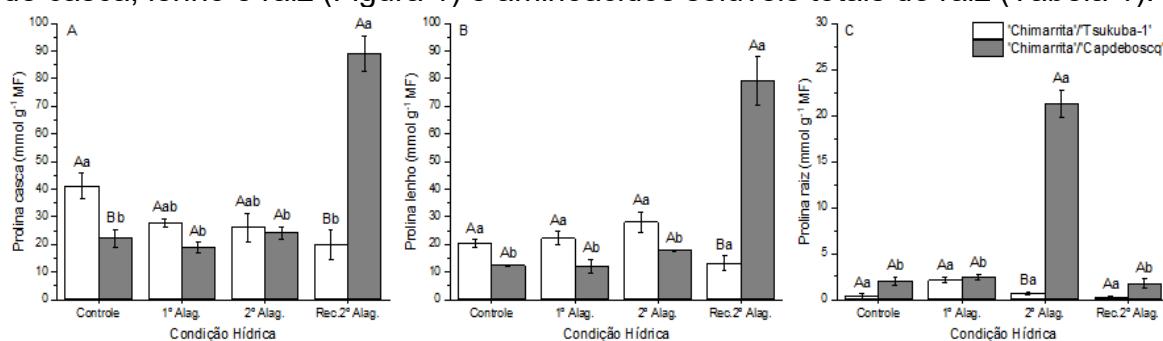


Figura 1: Teor de prolina em casca (A), lenho (B) e raiz (C) de pessegueiros [*P. persica* (L.) Batsch] 'Chimarrita' enxertados sobre 'Tsukuba-1' e 'Capdeboscq' em condições de alagamento (Alag.) recorrente e recuperação (Rec.) do 2º alagamento. As barras de erro representam o erro padrão ( $n=3$ ). Letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre os distintos genótipos sob mesma condição hídrica, enquanto letras minúsculas distintas indicam diferenças entre o mesmo genótipo sob condições hídricas distintas, pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Na recuperação do 2º alagamento a combinação 'Chimarrita'/'Capdeboscq' teve um aumento de aproximadamente 4-5 vezes no teor de prolina na casca (Figura 1A) e no lenho (Figura 1B), respectivamente, em relação às demais condições hídricas e em relação à 'Chimarrita'/'Tsukuba-1', que por sua vez não apresentou diferenças no teor de prolina no lenho e raiz em função das distintas condições hídricas, além disso apresentou 32 vezes menos prolina em raízes em relação 'Chimarrita'/'Capdeboscq' no 2º alagamento (Figura 1C). A síntese e o acúmulo de prolina nas plantas são sinalizados em decorrência de estresse oxidativo, como forma de proteção contra os danos celulares (ASLAM et al., 2023). Sendo assim, o acúmulo de prolina é um sinalizador de estresse oxidativo e, portanto, observou-se que 'Chimarrita'/'Tsukuba-1' tolerou melhor ao alagamento, apresentando menor acúmulo deste aminoácido osmoprotetor.

Em relação a aminoácidos solúveis totais (AAST) em raiz, 'Tsukuba-1' induziu maior acúmulo na recuperação do 2º alagamento em relação às demais condições hídricas, enquanto que em 'Capdeboscq' apresentou os menores teores no 2º alagamento e recuperação do 2º alagamento. Nas condições referência e no 1º alagamento, 'Capdeboscq' induziu maior concentração de AAST e, com a evolução do estresse, apresentou uma redução na concentração de AAST, enquanto que na recuperação do 2º alagamento apresentou menor concentração em relação a 'Tsukuba-1', porém não diferindo no 2º alagamento (Tabela 1).

A hipóxia leva a uma crise energética na célula, como consequências ocorre a acidificação do citoplasma e aumenta a produção de espécies reativas de oxigênio, comprometendo diversos processos metabólicos essenciais. Buscando mitigar os efeitos desse estresse, as plantas ativam vias relacionadas ao metabolismo de aminoácidos, que atuam como reguladores do pH celular. Essa resposta é parte de um mecanismo adaptativo que busca manter a homeostase e preserva a integridade celular durante e após a exposição ao alagamento (GUI et al., 2024). Portanto, o aumento de aminoácidos em resposta ao alagamento é uma adaptação positiva da combinação 'Chimarrita/Tsukuba-1' frente ao estresse recorrente por hipóxia.

Para AAST e proteínas totais da casca houve diferença entre os fatores isolados. Para proteínas totais de lenho houve diferença apenas para o fator condição hídrica, enquanto para AAST do lenho houve diferença apenas para o fator genótipo do porta-enxerto (Tabela 2). Para proteínas totais de raiz não houve interação nem diferença entre os fatores isoladamente, apresentando uma média geral de 10,24 mg g<sup>-1</sup> MS (CV = 38,23 %).

**Tabela 1: Aminoácidos Solúveis Totais (µmol g<sup>-1</sup> MF) em raízes de pessegueiros 'Tsukuba-1' e 'Capdeboscq' enxertados com 'Chimarrita' [*Prunus persica* (L.) Batsch] sob distintas condições hídricas**

Condição Hídrica					
Genótipo PE	Referência	1º Alagamento	2º Alagamento	Recup. 2º Alag.	CV (%)
'Tsukuba-1'	8,31 ± 2,08 Bb	8,16 ± 1,86 Bb	4,78 ± 1,65 Ba	18,28 ± 0,42 Aa	29,41
'Capdeboscq'	22,84 ± 2,87 Aa	26,43 ± 3,71 Aa	6,23 ± 1,45 Ba	3,35 ± 0,35 Bb	

Médias ± erro padrão seguidas de letras diferentes, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade ( $P \leq 0,05$ ); CV (%) – Coeficiente de Variação; PE – porta-enxerto; Recup. 2º Alag. – Recuperação do 2º alagamento.

Para AAST e proteínas totais em casca observa-se que seus teores diminuíram ao final do 1º alagamento, 2º alagamento e recuperação do 2º alagamento em relação aos valores de referência.

**Tabela 2: Aminoácidos solúveis totais (µmol g<sup>-1</sup> MF) e proteínas totais (mg g<sup>-1</sup> MS) em casca e lenho de 'Chimarrita' enxertados sobre 'Tsukuba-1' e 'Capdeboscq' [*Prunus persica* (L.) Batsch] em alagamento recorrente e recuperação**

Condição Hídrica	AAST casca (µmol g <sup>-1</sup> MF)	AAST lenho (µmol g <sup>-1</sup> MF)	Proteínas totais casca (mg g <sup>-1</sup> MS)	Proteínas totais lenho (mg g <sup>-1</sup> MS)
Referência	50,41 ± 3,78 a	48,58 ± 3,50 ns	3,63 ± 0,43 a	0,48 ± 0,04 b
1º Alag.	47,14 ± 3,42 ab	44,77 ± 3,09	3,20 ± 0,12 ab	0,86 ± 0,06 a
2º Alag.	39,75 ± 3,65 bc	48,23 ± 3,04	2,90 ± 0,25 ab	0,76 ± 0,08 a
Rec. 2º Alag.	32,32 ± 2,19 c	48,82 ± 4,40	2,37 ± 0,27 b	0,52 ± 0,04 b
Genótipo PE				
'Tsukuba-1'	36,36 ± 1,98 b	41,56 ± 0,90 b	3,31 ± 0,22 a	0,60 ± 0,06 ns
'Capdeboscq'	48,45 ± 2,89 a	53,64 ± 2,12 a	2,74 ± 0,22 b	0,71 ± 0,07
CV (%)	11,55	11,44	21,58	18,87

Médias ± erro padrão seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade ( $P \leq 0,05$ ); AAST – aminoácidos solúveis totais; Alag. – Alagamento; CV (%) – Coeficiente de Variação; PE – porta-enxerto; Rec. – Recuperação.

Para proteínas totais em lenho, o 1º alagamento e 2º alagamento apresentam os maiores teores. Para AAST em casca e lenho, 'Chimarrita'/'Capdeboscq'

apresenta teores superiores a 'Chimarrita'/'Tsukuba-1', que apresenta teores de proteínas totais em casca superiores a 'Chimarrita'/'Capdeboscq'.

#### 4. CONCLUSÕES

Maiores teores de aminoácidos solúveis totais em casca e raiz e proteínas totais em casca indicam menor estresse, enquanto maiores teores de prolina em casca, lenho e raiz são indicativos de maior estresse por hipóxia recorrente em plantas de pessegueiros [*Prunus persica* (L.) Batsch].

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁBRAHÁM, E.; HOURTON-CABASSA, C.; ERDEI, L.; SZABADOS, L. Methods for determination of proline in plants. **Methods in Molecular Biology**, v. 639, p. 317-331, 2010.
- ASLAM, A.; MAHMOOD, A.; UR-REHMAN, H.; LI, C.; LIANG, X.; SHAO, J.; NEGM, S.; MOUSTAFA, M.; AAMER, M.; HASSAN, M.U. Plant adaptation to flooding stress under changing climate conditions: ongoing breakthroughs and future challenges. **Plants**, v. 12, n. 3824, p. 1-23, 2023.
- BRADFORD, M.M. Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dy binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.
- EGEWARTH, J.; LEIVAS, G.; LUCHO, S.R.; PARAGINSKI, J.A.; MORAES, M.P.; BIANCHI, V.J. Porta-enxertos de *Prunus persica* induzem tolerância diferencial a alagamento recorrente em pessegueiros cv. 'Chimarrita'. In: **10<sup>th</sup> SIIPE - XXVI ENPÓS**, Pelotas, 2024. Anais do XXVI ENPÓS - Encontro de Pós-graduação 2024, 2024.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects Split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- GUI, G.; ZHANG, Q.; HU, W.; LIU, F. Application of multiomics analysis to plant flooding response. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, 1389379, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1389379>.
- IBGE. **Produção agrícola municipal**. Acessado em 9 jul. 2025. Online. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>
- NETO, J.B.F.; FREITAS, M.S.; SIMÕES, P.S.M.; PEREIRA, G.; LEÃO, H.S.; CALMON, A.V.V.; GÜCKER, B. Impact of April and May, 2024 extreme precipitation on flooding in Rio Grande do Sul, Brazil. **Urban Climate**, v. 61, n. 102487, p. 1-14, 2025.
- YEMM, E.W.; COCKING, E.C. The determination of amino-acids with ninhydrin. **Analyst**, v. 80, n. 948, p. 209-214, 1955.
- ZANANDREA, I.; ALVES, J.D.; DEUNER, S.; GOULART, P.F.P.; HENRIQUE, P.C.; SILVEIRA, N.M. Tolerance of *Sesbania virgata* plants to flooding. **Australian Journal of Botany**, v. 57, n. 8, p. 661-669, 2009.