

DESEMPENHO DE GENÓTIPOS DE BATATA FRENTE AO ESTRESSE POR ALTAS TEMPERATURAS

ADRIANO UDICH BESTER¹; VANESSA HÜBNER ², VINÍCIUS FLORES DE SOUZA ², JANNI HAERTER ³; CAROLINE MARQUES CASTRO³

¹Universidade federal de Pelotas (UFPel)– adriano.udich.bester@gmail.com

² Universidade federal de Pelotas (UFPel) *faltam os e-mails*

³Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária (EMBRAPA) – caroline.castro@embrapa.br

1. INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é a terceira cultura agrícola para alimentação mais importante no planeta, ficando atrás somente do arroz e do trigo (FAOSTAT, 2021). No Brasil, a batata é a principal hortaliza cultivada no país, com aproximadamente de 4,1 milhões de toneladas produzidos anualmente, tendo como os principais estados produtores Minas Gerais, Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul (IBGE 2024).

Originária dos andes, com adaptação às regiões de alta altitude e clima ameno, teve seu cultivo expandido com grande expressão na Europa e América do Norte (BRADSHAW, 2021). A grande maioria das cultivares de batata produzidas no mundo foram desenvolvidas nas regiões de clima temperado. Com isso, tornou-se mais adaptada à climas frios, se comparado ao cultivo em condições subtropicais e tropicais (SILVA et al., 2014). Seu cultivo nas regiões tropicais e subtropicais é fortemente limitado pela sua sensibilidade ao calor (HANCOCK et al., 2014).

Entre os efeitos prejudiciais das altas temperaturas no cultivo de batata, destaca-se a redução na produtividade, através da formação de tubérculos irregulares, pequenos, com ocorrência de defeitos internos e apresentando menor teor matéria seca (HASTILESTARI et al., 2018). Essas respostas são reflexos das alterações no metabolismo fisiológico das plantas, uma vez que o estresse térmico leva à desnaturação e agregação da proteína ativasse de RuBisCo, que falha em ativar a Rubisco. Com isso, provocando inibição da fotossíntese, redução no transporte de elétrons no fotossistema II (PS II) e seu deslocamento e, conseqüentemente, elevando a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) e diminuindo a fixação de carbono (LAL et al., 2022).

O melhoramento da batata tem buscado priorizar o desenvolvimento de cultivares mais adaptadas às altas temperaturas, que mantenham produtividade e qualidade de tubérculo quando cultivado em ambientes adversos (DAHALL et al., 2019). Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar genitores do programa de melhoramento genético de batata da Embrapa quanto a sua capacidade de tolerar estresse por altas temperaturas.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado na sede da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Pelotas/RS. O experimento foi conduzido no segundo semestre de 2023 utilizando o delineamento de blocos inteiramente casualizados, com três repetições. Foram avaliados 7 genótipos que fazem parte do conjunto de genitores do programa de melhoramento genético de batata da EMBRAPA. Os tubérculos de tamanhos uniformes foram transplantados em vasos com capacidade

volumétrica de 1 litro, preenchidos com substrato. As plantas foram mantidas em câmara de crescimento por trinta dias, em na condição ideal de cultivo, com amplitude térmica de 14 a 24°C. Após esse período, foram expostas ao tratamento com temperatura supraótima, com amplitude de 24 a 34°C por um período de 14 dias. No último dia do estresse foram realizadas as seguintes avaliações fisiológicas: assimilação líquida de CO₂ (A, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), medidas no primeiro folíolo completamente expandido a partir do ápice usando o medidor de troca de gás IRGA (LI-6400, Li-Cor Inc. EUA), rendimento quântico potencial do PSII (FV/FM) e taxa de transporte de elétrons (ETR), realizadas às 8 horas da manhã, no primeiro folíolo completamente expandido sentido ápice base, com auxílio de fluorômetro Imagin-Maxi (Wallz). Após os 14 dias sob condição de estresse, as plantas voltaram à condição ideal de cultivo, onde permaneceram até o momento da colheita, aos 75 dias após o plantio. Os tubérculos colhidos foram contados (número total de tubérculos por planta – NT) e pesados em balança de precisão (massa fresca de tubérculos por planta - MFTT). Foi retirada uma amostra de 80 g de tubérculos para secagem em estufa à 80°C, até atingir massa constante para determinar o teor de matéria seca no tubérculo (MST), seguindo metodologia (CIP, 2010). Os dados foram submetidos à análise multivariada utilizando o pacote MultivariateAnalysis do software R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de correlação de Pearson que se encontram na Figura 1 A, mostram uma correlação positiva entre a fotossíntese (A), a condutância (g_s), o rendimento quântico (Fv/F_M) e a taxa de transporte de elétrons (ETR). Significando que quando a expressão de uma dessas variáveis aumenta as outras também aumentam. Comportamento esperado, já que essas variáveis estão diretamente ligadas a fotossíntese. A condutância mede a quantidade de CO₂ que está entrando e de O₂ e vapor de água que está saindo pelo estômato, já o Fv/F_M e a ETR estão ligados a quantidade de energia física que chega na planta e é absorvida, ou seja, essas variáveis medem indiretamente a quantidade de carbono e energia que está entrando e sendo fixado na forma de sacarose (TAIZE E ZAGUER, 2017).

A análise de componentes principais (PCA, Figura 1 B) explicou 73,3% da variação total. O primeiro componente (PC1), 50,45% e, 22,86% o segundo (PC2). No primeiro quadrante a variável ETR foi a que mais contribuiu na dispersão dos genótipos. Já no segundo componente foram a assimilação líquida de CO₂, condutância e massa seca de tubérculos. Essas variáveis representam forte indicativo de uma maior capacidade fotossintética dos genótipos Granola e MB9846-01, mesmo quando expostos às altas temperaturas.

Os clones C1750, CIP 392 e C1883 no terceiro quadrante, formaram um grupo influenciado pelas variáveis rendimento quântico e número de tubérculos. No quarto quadrante as cultivares Desiree e BRS F63 apresentaram uma associação com a massa fresca total de tubérculos por planta, mesmo sob estresse essas cultivares apresentaram uma boa produtividade, sendo indicativo de alto potencial produtivo desses genótipos, os quais, mesmo em condição adversa, seguem mantendo altos rendimentos de tubérculos.

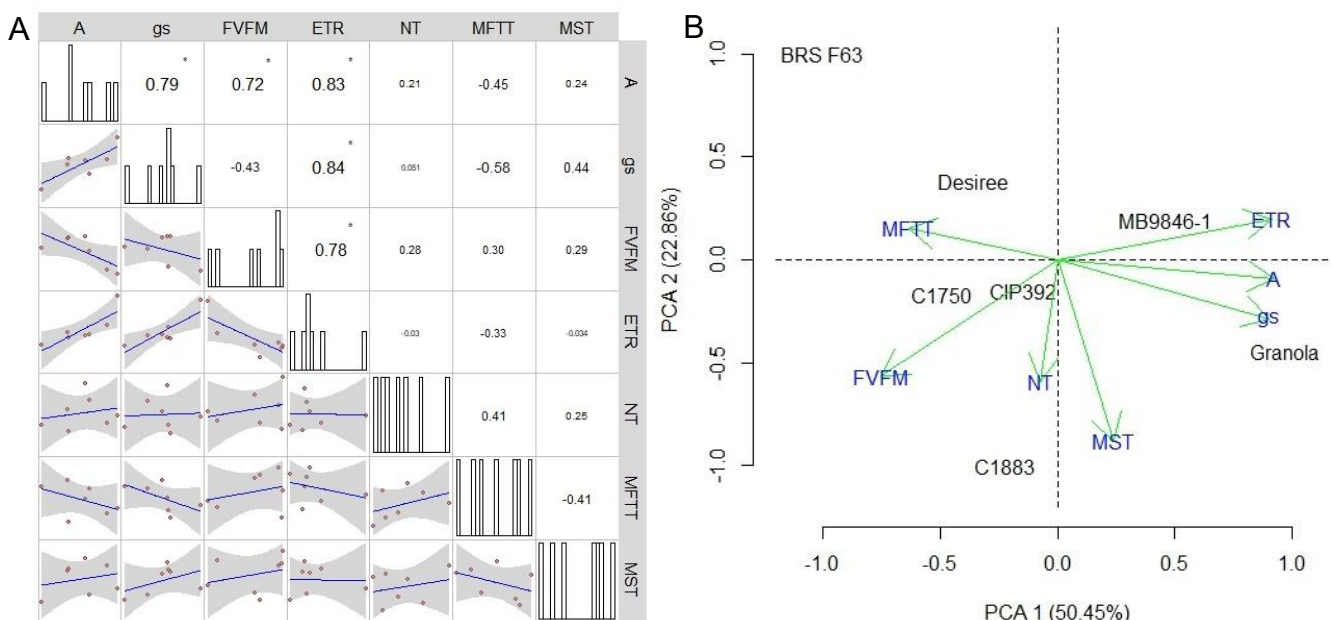


Figura 1 (A) Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis. * significativo à 5% pelo teste t. **(B)** Dispersão de sete genótipos de batata pela análise de componentes principais (PCA). Variáveis avaliadas: número de tubérculos produzidos por planta (NT), massa fresca de tubérculo por planta (MFTT), porcentagem de matéria seca dos tubérculos (MST), rendimento quântico potencial do PSII (F_v/F_m), taxa de transporte de elétrons (ETR), assimilação líquida de CO₂ (A) e condutância estomática (g_s).

A fotossíntese é um processo natural, com que plantas convertem a energia solar em energia química para produzir moléculas energéticas como a sacarose (FANG et al., 2020). Este que, quando produzido em excesso, será armazenado em forma de amido, para ser utilizado quando a planta for exposta a um processo estressante que impeça o funcionamento normal da fotossíntese. Em plantas como as de batata em específico, o excesso vai ser armazenado nas raízes em forma de tubérculos (ALUKO et al., 2021). A partir disto os programas de melhoramento, buscam genótipos que possam manter a sua capacidade fotossintética em níveis adequados, para que quando passarem por um processo de estresse, as plantas não apresentem alteração na produtividade final.

4. CONCLUSÕES

Os genitores avaliados apresentaram uma grande variabilidade nas características avaliadas, indicando características complementares que devem ser combinadas através de cruzamentos dirigidos na formação de populações para o desenvolvimento de cultivares tolerante ao estresse por alta temperatura.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALUKO OO, LI C, WANG Q, LIU H. Sucrose Utilization for Improved Crop Yields: A Review Article. *Int J Mol Sci*. 29;22(9):4704. 2021 doi: 10.3390/ijms22094704.

BRADSHAW, J.E. (2021). Domestication to Twenty-First-Century Potato Cultivars. In: **Potato Breeding: Theory and Practice**. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64414-7_1

CIP - Centro Internacional de las Papas. Potato Facts and Figures. Acessado em 25 set. 2024. Online. Disponível em: <https://cipotato.org/crops/potato/potato-facts-and-figures/>. 2010

DAHAL, K.; LI, X-Q.; TAI, H.; CREELMAN, A.; BIZIMUNGU, B. Improving Potato Stress Tolerance and Tuber Yield Under a Climate Change Scenario – A Current Overview. *Frente. Plant Sci.* 10:563. 2019. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00563>

FANG X.; KALATHIL S.; REISNER E. Semi-Biological Approaches to Solar-to-Chemical Conversion. *Chem. Soc. Rev.*, 49 (14), 4926–4952.2020. 10.1039/C9CS00496C

FAOSTAT (2021) **Food balance sheet**. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>

HASTILESTARI, BR, LORENZ, J., REID, S., HOFMANN, J., PSCHIEDT, D., SONNEWALD, U., SONNEWALD, S. Decifrando as respostas de fonte e dreno de plantas de batata (*Solanum tuberosum* L.) a temperaturas elevadas. *Plant, cell & environment*, 41 (11), 2600-2616. 2018. <https://doi.org/10.1111/pce.13366>

HANCOCK, RD, MORRIS, WL, DUCREUX, LJ, MORRIS, JA, USMAN, M., VERRALL, SR, ... & TAYLOR, MA. Physiological, biochemical and molecular responses of the potato plant (*Solanum tuberosum* L.) to moderately elevated temperature. *Plant, Cell and Environment*, 37(2), 439-450. 2014 <https://doi.org/10.1111/pce.12168>

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Estatística da Produção Agrícola**, Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v. 8, p. 1-102, 2024.

LAL, M.K.; TIWARI, R.K.; KUMAR, A.; DEY, A.; KUMAR, R.; KUMAR, D.; JAISWAL, A.; ... e SINGH, B. Mechanistic Concept of Physiological, Biochemical and Molecular Responses of Potato Crop to Heat and Drought Stress. *Plants*, 11, 2857. 2022. <https://doi.org/10.3390/plants11212857>

SILVA, G. O; BORTOLETTO, A. C.; PONIJALEKI, R.; MOGOR, A. F.; PEREIRA, A. S. Desempenho de cultivares nacionais de batata para produtividade de tubérculos. *Revista Ceres*, v. 61, p. 752, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2017.