

## ESTRESSE POR ALTAS TEMPERATURAS NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE INDUSTRIAL EM GENÓTIPOS DE BATATA LUCAS FERRAZ BRAATZ<sup>1</sup>; ADRIANO UDICH BESTER<sup>2</sup>; GABRIEL RODRIGUES LEAL<sup>3</sup>; CAROLINE MARQUES CASTRO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas - [lucsferrazbraatz2000@gmail.com](mailto:lucsferrazbraatz2000@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas (PPG Agronomia) – [adriano.u.b@hotmail.com](mailto:adriano.u.b@hotmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas - [gabrielleal18leal@gmail.com](mailto:gabrielleal18leal@gmail.com)

<sup>4</sup>Embrapa Clima Temperado - [caroline.castro@embrapa.br](mailto:caroline.castro@embrapa.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma das culturas mais importantes do mundo, tanto pelo seu valor econômico e social, quanto nutricional. Apresenta um ciclo de produção curto e um alto rendimento por área (DEVAUX et al., 2021), sendo a terceira cultura agrícola mais importante no planeta para alimentação humana, ficando atrás somente do arroz e do trigo (HAMEED et al., 2018). No Brasil, a batata é a principal hortaliça produzida no país, com uma produção estimada próxima aos 4,0 milhões de toneladas, tendo como os principais estados produtores Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (IBGE, 2022).

A batata é originária dos andes, em regiões de alta altitude e frias. Grande parte das cultivares de batata produzidas no mundo foram melhoradas nas regiões de clima temperado da Europa e América do Norte, resultando em uma espécie melhor adaptada ao cultivo em condição de temperaturas amenas (SILVA et al., 2014). Quando cultivada nas regiões tropicais e subtropicais, o potencial produtivo da cultura da batata é fortemente limitado pela sua sensibilidade ao calor (HANCOCK et al. 2014). Por conta do aquecimento global, essa limitação tende a se agravar. Hijmans (2003) estima perdas entre 18 e 32% na produção mundial de batata até 2050. Sendo que no Brasil, essas perdas podem chegar à 23%, considerando que 70% da produção nacional ocorre em regiões de clima tropical.

Frente a esse cenário, o desenvolvimento de cultivares com maior adaptação às altas temperaturas é um dos principais meios de mitigar os efeitos decorrentes dos prognósticos negativos do aquecimento global na produção de batata. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta de clones avançados do programa de melhoramento genético de batata da Embrapa quando submetidos ao cultivo em condição de altas temperaturas.

### 2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado na Plataforma de Fenotipagem da Embrapa Clima Temperado, situada no município de Pelotas-RS, no período compreendido entre março e junho de 2023. Foram avaliados 16 genótipos. Desses, 11 são clones avançados do programa de melhoramento genético de batata (MB54-02, F36-13-08, F38, OD38-06, C2743-09-09, F41, F18-13-03, OD80-02, F119, BGB476 e F63-10-07) e cinco são cultivares disponíveis no mercado brasileiro (Asterix, Markies, Innovator, Atlantic e BRS F63).

Tubérculos de tamanhos uniformes (cerca de 2,0 cm de comprimento) foram plantados em vasos com capacidade volumétrica de três litros, preenchidos com substrato organo-mineral. O delineamento experimental foi completamente casualizado, com duas repetições em um fatorial genótipo (G), com 16 níveis, e temperatura (T), com dois níveis.

Os genótipos foram cultivados em duas condições de temperatura, controle, com amplitude térmica de 14 a 24°C, e estresse de calor, com amplitude térmica de 24 a 34°C, aplicado aos 30 dias após o plantio, por um período de 21 dias.

Exceto com relação a mudança na amplitude térmica durante o período de estresse, as condições de cultivo em ambas câmaras de crescimento foram iguais, com fotoperíodo de 12 horas, intensidade de luz de 400µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> e irrigação diária até a capacidade de campo.

A colheita ocorreu aos 75 dias após o plantio. As variáveis mensuradas foram o número e a massa fresca de tubérculos produzidos por planta (g/planta) e o teor de matéria seca dos tubérculos, avaliado a partir de uma alíquota homogênea de 50 g de tubérculos frescos cortados em cubos, dispostos em placas de metal e secos em estufa com circulação de ar à 80°C até o peso constante.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o software R. Para fontes de variação testadas (G, T e GxT), quando significativo o teste *F*, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade do erro.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis analisadas o efeito da interação entre genótipo e a condição de temperatura foi significativo, dessa forma, foram comparados os níveis de um fator, dentro dos níveis do outro. Em todos os genótipos avaliados a exposição à alta temperatura resultou em uma diminuição na massa fresca de tubérculos produzidos por planta. O estresse de alta temperatura diminuiu o rendimento de tubérculos, em função de reduzir a quantidade de fotoassimilados disponível para o desenvolvimento da planta (EWING, 1981). Entretanto, na comparação entre os genótipos na condição de estresse de calor, foi encontrada grande variabilidade, com a formação de quatro grupos (Tabela 1). Das cinco cultivares avaliadas, três se destacaram, com as maiores produções de tubérculos, juntamente com sete, dos 11 clones avançados avaliados. Por outro lado, nos extremo inferior, estão duas cultivares, o que destaca a sensibilidade desses genótipos ao calor.

Outro parâmetro importante no desenvolvimento de uma variedade é o teor de matéria seca no tubérculo, que está relacionado com a qualidade e aptidão de uso da cultivar. Para uma cultivar ser destinada à indústria de processamento de palitos pré-fritos e “chips” são requeridos valores entre 20 e 24% de matéria seca (PEREIRA et al., 2016). Na condição de calor, das cultivares avaliadas, apenas a Atlantic foi a que apresentou valores na faixa aceitável para processamento, ficando no mesmo grupo dos clones avançados F63-10-07, MB54-02, C2743-09-09 e BGB476, sendo que para estes três últimos clones avançados, assim como para a cultivar Atlantic, não houve diferença para o teor de matéria seca nos tubérculos entre as duas condições de temperatura, controle e estresse.

O número total de tubérculos produzidos por planta que, em alguns casos, é um indicativo de potencial produtivo, mostrou resultados bem distintos das demais variáveis. Alguns genótipos não apresentaram diferenças em função da condição de temperatura no cultivo, por outro lado, para outros genótipos, houve um aumento no número de tubérculos produzidos na condição de estresse (OD38-06 e o F119) enquanto para oito, dos 16 genótipos avaliados, ocorreu uma diminuição no número de tubérculos produzidos por planta. Esses resultados são um indicativo de diferenças quanto ao ciclo de cada genótipo. No experimento realizado, o estresse de temperatura foi aplicado aos 30 dias após o plantio e, a depender do genótipo, a planta poderia já estar no estágio de início de tuberização,

o que acarretaria em um efeito distinto na variável número de tubérculo, se comparado com clones mais tardios quanto ao início da tuberização. O efeito da alta temperatura quando aplicado durante o período de crescimento e enchimento de tubérculo, resulta em um efeito negativo no rendimento e tamanho dos tubérculos (ZHOU et al., 2017), mas não necessariamente no número total de tubérculos produzidos.

**Tabela 1** – Número de tubérculos produzidos por planta (NT), massa fresca de tubérculos produzidos por planta (MFT) e teor de matéria seca dos tubérculos (MST) em genótipos de batata cultivados em duas condições de temperatura, controle e com estresse de calor. Pelotas, 2023.

Genótipo	NT		MFT (g)		MST (%)	
	Controle	Estresse	Controle	Estresse	Controle	Estresse
<b>Asterix</b>	8,0 B	7,5 C	118,5 Aa	63,6Ab	22,5 Ba	17,8 Bb
<b>Markies</b>	5,5 C	4,5 D	110,2 Aa	52,8 Ab	21,6 Ba	16,8 Bb
<b>Innovator</b>	13,5 Aa	7,0 Cb	118,3 Aa	62,0 Ab	17,4 Ca	13,1 Bb
<b>Atlantic</b>	8,0 Ba	5,0 Db	104,3 Aa	22,8 Db	26,2 A	23,4 A
<b>BRS F63</b>	8,0 Ba	4,5 Db	99,8 Ba	7,8 Db	21,4 Ba	16,1 Bb
<b>MB54-02</b>	11,5 Aa	6,0 Cb	127,4 Aa	42,2 Bb	23,8 A	21,0 A
<b>F63-10-07</b>	8,0 B	7,0 C	85,0 Ba	39,5 Bb	25,2 Aa	21,5 Ab
<b>F36-13-08</b>	14,5 Aa	11,5 Bb	97,9 Ba	56,9 Ab	23,3 Aa	16,9 Bb
<b>OD 38-06</b>	9,5 Bb	14,5 Aa	109,4 Aa	55,2 Ab	22,7 Ba	19,0 Bb
<b>C2743-09-09</b>	11,5 A	10,5 B	119,2 Aa	62,9 Ab	21,8 B	20,9 A
<b>F41</b>	9,0 Ba	5,0 Db	97,2 Ba	53,9 Ab	22,1 Ba	18,6 Bb
<b>F38</b>	3,5 C	4,0 D	107,4 Aa	30,5 Cb	19,3 C	16,4 B
<b>F18-13-03</b>	13,5 Aa	7,0 Cb	106,2 Aa	50,0 Ab	21,3 Ba	18,0 Bb
<b>OD80-02</b>	6,0 Ca	3,0 Db	84,45 Ba	34,9 Cb	20,8 Ba	17,7 Bb
<b>F119</b>	8,0 Bb	11,0 Ba	96,6 Ba	50,6 Ab	21,3 Ba	16,7 Bb
<b>BGB476</b>	8,5 B	6,5 C	92,3 Ba	53,2 Ab	21,7 B	20,6 A
<b>CV (%)</b>	17,34		14,12		7,08	

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre genótipos dentro do mesmo tratamento de temperatura. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos de temperatura dentro do mesmo genótipo. As médias foram comparadas pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

No processo de melhoramento genético da batata busca-se selecionar clones com boa aparência, aptidão culinária e com bom rendimento, além de uma maior plasticidade às condições ambientais, que consigam manter a produtividade em condições adversas para que assim, sejam bem aceitos pelos consumidores, indústrias e produtores (SILVA et al., 2007; NEY, 2012). No presente trabalho foi observada grande variabilidade no germoplasma avaliado quanto a resposta à exposição ao calor, sendo identificados clones com potencial de serem lançados como cultivares, por apresentarem, no conjunto de variáveis analisadas, desempenho superior às cultivares avaliadas.

#### 4. CONCLUSÕES

Há variabilidade genética no germoplasma avaliado quanto à resposta ao estresse de calor.

O comportamento dos genótipos depende da condição de temperatura em que são cultivados.

Para todos os genótipos avaliados, a alta temperatura exerce um efeito negativo na massa fresca de tubérculos produzidos por planta.

Destaque para os clones avançados C2743-09-09 e BGB476 que, na condição de calor, foram agrupados entre os melhores, tanto para massa fresca de tubérculos produzidos por planta, como para o teor de matéria seca nos tubérculos.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DEVAUX, A., GOFFART, J.P., KROMANN, P., ANDRADE-PIEDRA, J., POLAR, V., HAREAU, G. The potato of the future: Opportunities and challenges in sustainable agri-food systems. **Potato Research**, v. 64, 681–720, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11540-021-09501-4>
- EWING, E.E. Heat stress and the tuberization stimulus. **American Potato Journal**, v. 58, p. 31-49, 1981. DOI: 10.1007/bf02855378
- IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Estatística da Produção Agrícola, Rio de Janeiro: **Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, v. 9, p. 1-98, 2022.
- HAMEED, A., ZAIDI, S.S., SHAKIR, S., MANSOOR, S. Applications of new breeding technologies for potato improvement. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, 2018. doi:10.3389/fpls.2018.00925
- HANCOCK, R.D., MORRIS, W.L., DUCREUX, L.J., MORRIS, J.A., USMAN, M., VERRALL, S.R., TAYLOR, M.A. Respostas fisiológicas, bioquímicas e moleculares da planta de batata (*Solanum tuberosum* L.) a temperatura moderadamente elevada. **Planta, Célula e Ambiente**, v. 37 (2), p. 439-450, 2014. <https://doi.org/10.1111/pce.12168>
- HIJMANS, R.J. The effect of climate change on global potato production. **American Journal of Potato Research**, v. 80, p. 271–279. 2003 <https://doi.org/10.1007/BF02855363>
- PEREIRA, A.S., SILVA, G.O., CASTRO, C.M. Melhoramento de batata. In: NICK, C.; BOREM, A. (eds.). **Melhoramento de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2016. p.128-157.
- 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.
- ZHOU, Z., PLAUBORG, F., KRISTENSEN, K., ANDERSEN, M.N. Dry matter production, radiation interception and radiation use efficiency of potato in response to temperature and nitrogen application regimes. **Agricultural and Forest and Meteorology**, v. 232, p. 595-605, 2017.