

CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS DE BATATA SUBMETIDOS A CONDIÇÃO DE ESTRESSE POR CALOR

DAIANA DÖRING WOLTER¹; MATHEUS VASCONCELLOS², VINICIUS MOMBACH², CAROLINE MARQUES CASTRO³ E ARIONE DA SILVA PEREIRA⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Agronomia- FAEM/UFPel – daianawolter@gmail.com

²Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel- FAEM/UFPel – matheusvasconcellos703@gmail.com - vinicius.machadomombach@gmail.com

³Embrapa Clima Temperado – caroline.castro@embrapa.br

⁴Embrapa Clima Temperado - arione.pereira@embrapa.br

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de batata é de grande importância no Brasil. Sua produção em 2018 foi superior a 3,8 milhões de toneladas, sendo os principais estados produtores Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (IBGE, 2020).

Porém, frequentemente são observadas em algumas regiões, temperaturas acima das ideais, principalmente na “safra das águas”, com plantios estendendo-se até dezembro na região sudeste (MENEZES, et al., 2001). Sendo a batata originaria de regiões temperadas, requer, no estádio inicial de desenvolvimento, temperaturas entre 10 a 20°C, sendo que a maioria das cultivares tuberizam melhor com 15,5°C. A redução na produtividade e na qualidade de tubérculos é um dos principais efeitos das altas temperaturas durante o período de cultivo da batata. A queda de produtividade se dá, principalmente, por meio da redução do ciclo vegetativo da cultura, resultando em menor alocação de fotoassimilados para os tubérculos e, consequentemente, menor produtividade das plantas e menor percentagem de massa seca dos tubérculos (KIM et al., 2017).

A qualidade dos tubérculos é negativamente impactada pelas altas temperaturas, que causam defeitos fisiológicos como: rachadura do tubérculo, crescimento secundário e coração oco. Além disso, o estresse por calor estimula a conversão do amido em açúcares redutores, o que desencadeia o escurecimento na fritura das batatas (WANG e SCHOFIELD, 2012), causando a depreciação da matéria prima, ou até mesmo tornando o tubérculo inviável para o processamento ou mercado *in natura*.

A necessidade de cultivares mais adaptadas às condições de cultivo das regiões tropicais e subtropicais do Brasil, demandam a busca por uma estratégia de seleção nos programas de melhoramento, assim informações sobre a natureza e a magnitude da associação entre diferentes caracteres podem colaborar em uma melhor eficiência no processo (RAO et al., 2018). Ademais, a análise da associação entre vários caracteres ajuda a identificar quais desempenham maior importância na seleção de materiais genéticos tolerantes ao calor (SUPRIATNA et al., 2019).

Diante disso, o estudo foi realizado visando conhecer as associações entre caracteres morfoagronômicos em genótipos de batata cultivados sob condição de estresse de temperatura e controle, em ambiente controlado.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado na plataforma de fenotipagem da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Pelotas/RS, entre os meses de agosto e dezembro de 2018. Foram avaliados 26 genótipos que fazem parte do

Banco Ativo de Germoplasma de Batata da Embrapa, sendo 21 cultivares nacionais e estrangeiras (Asterix, Agata, Markies, Todo Ano, Iporá, Púren, Yagana, Granola, Desiree, Innovator, Panda, Achirana, Cota, Pampeana, Atlantic, Pukara, BRS Pérola, BRS Ana, BRSIPR Bel, BRS F63 (Camila) e BRS Clara e cinco clones (F183-08-01, C2397-03, Wa 104, C2080-03-06 e C90.170).

Tubérculos de tamanhos uniformes foram colocados em esponja fenólicas e após 30 dias as plantas brotadas foram transplantadas para sacos plásticos previamente preenchidos com aproximadamente 3kg de substrato comercial. Em seguida, as plantas foram levadas para câmaras de crescimento e expostas a dois gradientes de temperatura: 1) controle, com amplitude térmica de 17-25°C (na colocação das plantas) a 18-29°C (final do ciclo); 2) estresse, com amplitude 19-29°C a 21-28°C. O fotoperíodo foi de 12 horas (7h00 às 19h00), com intensidade de luz de 400 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, aproximadamente, onde permaneceram até a colheita, no fim do ciclo das plantas. O delineamento experimental foi blocos completamente ao acaso, com três repetições, e a parcela foi composta de três plantas por genótipo.

Posterior à colheita, foram avaliados os seguintes caracteres: número de hastes/planta (NH), em unidade; massa fresca da parte aérea/planta (MFP) e massa seca da parte aérea/planta (MSP), em grama; número de tubérculos/planta (NT), em unidade; massa total de tubérculos/planta (MT) e massa média de tubérculo/planta (MM), em grama; e matéria seca dos tubérculos (MST), em porcentagem.

Os dados foram submetidos à análise de variância e à análise de correlação de Pearson, a 5% de probabilidade do erro, com a utilização do pacote estatístico GENES (CRUZ, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância (Tabela 1) mostraram diferenças significativas entre genótipos para todos os caracteres analisados. Quanto à temperatura, houve diferença significativa para todos os caracteres, exceto NH e MT. A interação genótipo x temperatura foi significativa apenas para o caráter MFP.

Visto que as diferentes temperaturas de cultivo adotadas no experimento foram suficientes para alterar o comportamento dos genótipos, deu-se procedência a uma análise de correlação de Pearson para ambas às condições de temperatura.

Quanto aos coeficientes de correlação, observa-se que quatro correlações foram significativas na condição de temperatura controle, variando de 0,35 entre NT e MST, a 0,76 entre MSP e MST (Tabela 2). Na condição de temperatura estresse, verificou-se quatro coeficientes de correlação significativos, variando de 0,42 entre NT e MT, a 0,56 entre MFP e MSP.

Do total de correlações observadas no controle, três se mantiveram na condição de estresse por temperatura elevada, sendo estas, MSP com MFP (0,56), MM com NT (0,53) e MST com NT (0,51). Os caracteres NT e MT correlacionaram-se quando as plantas foram cultivadas sob temperaturas estressantes.

Os resultados indicam que na condição de estresse por calor os caracteres de rendimento MT e MM foram associados positivamente ao NT, estudos anteriores também relataram correlações positivas entre MT e NT (RAO et al., 2018), o que confirma a importância deste caráter na busca por plantas de batata mais tolerantes ao calor. Por outro lado, Luthra (2001) sugere que um NT máximo

deve ser fixado na seleção de genótipos, para que não ocorra a queda na relação entre número e tamanho de tubérculos.

Além disso, em condições de temperatura elevada, há estímulo do desenvolvimento da parte aérea, reduzindo a partição de fotoassimilados para os tubérculos, produzindo tubérculos menores e com baixo teor de massa seca (MENEZES et al., 1999; MENEZES et al., 2001). Selecionar materiais que apresentem um maior teor de massa seca nos tubérculos, em condição de estresse, pode ser um indicativo de plantas mais tolerantes ao calor.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para os caracteres número de hastes por planta (NH), massa fresca da parte aérea (MFP), massa seca da parte aérea (MSP), número de tubérculos por planta (NT), massa total de tubérculos por planta (MT), massa média de tubérculos por planta (MM) e massa seca de tubérculos (MST), em 26 genótipos de batata cultivados sob condições sem estresse e de estresse de temperatura elevada. Embrapa, Pelotas, 2020.

FV	GL	QM					
		NH	MFP	MSP	NT	MT	MM
Genótipos	34	3.0*	4644.3**	58.5**	168.8**	4437.6**	226.1**
Ambiente	1	1.9 ^{ns}	189756.7**	256.4**	21.4 ^{ns}	299149.1**	3950.4**
G X A	34	1.5 ^{ns}	1555.4**	8.9 ^{ns}	20.9 ^{ns}	721.8 ^{ns}	74.5 ^{ns}
Resíduo	136	1.7	507.1	5.9	29.5	875.4	64.8
Total	209	382.5	470168.3	3367.1	10558.8	595842.6	23150.6
Média		2.5	79	9.3	10.9	162.1	18.0
CV (%)		51.6	28.3	26.0	49.7	18.2	44.7
** * Significativo a 1 e 5% de probabilidade de erro, respectivamente							

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson entre os caracteres de planta e de tubérculo de batata mensurados em genótipos cultivados sob condições sem estresse (diagonal superior) e de estresse (diagonal inferior) de temperatura elevada. Embrapa, Pelotas, 2020.

Caráter ¹	Coeficientes de Correlação de Pearson						
	NH	MFP	MSP	NT	MT	MM	MST
NH	-0.16	-0.12	0.03	0.09	-0.18	0.05	
MFP	-0.04	0.76**	0.30	-0.50	-0.20	0.02	
MSP	-0.08	0.56**	0.60**	0.20	-0.22	0.12	
NT	-0.05	-0.12	0.19		0.30	0.65**	0.35*
MT	0.10	-0.12	0.16	0.42*		0.16	-0.04
MM	-0.14	-0.02	0.02	0.53**	0.14		0.26
MST	-0.40	0.18	0.32	0.51**	-0.14	0.30	

¹NH: número de hastes por planta; MFP: massa fresca da parte aérea; MSP: massa seca da parte aérea; NT: número de tubérculos por planta; MT: massa total de tubérculos por planta; MM: massa média de tubérculos por planta; e MST: massa seca de tubérculos.

** *Significativo a 1 e 5% de probabilidade de erro respectivamente. Diagonal superior referente à condição de controle, diagonal inferior referente a condição de estresse de temperatura.

4. CONCLUSÕES

Portanto, foi possível observar que nas duas condições de temperatura tivemos a correlação dos caracteres massa seca da parte aérea com massa fresca da parte aérea, massa média de tubérculos com número de tubérculos e matéria seca de tubérculo com número de tubérculos. Na condição de cultivo favorável tivemos ainda a correlação entre número de tubérculos e massa seca da parte aérea, e sob estresse de temperatura elevada massa total de tubérculos com número de tubérculos foram correlacionados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRUZ, C.D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. Agronomy, v.35, n. 3, p.271-276, 2013.
- IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Acesso em 25 set. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria>
- KIM, Y. U.; SEO, B. S.; CHOI, D. H.; BAN, H. Y.; LEE, B. W. Impact of high temperatures on the marketable tuber yield and related traits of potato. **European Journal of Agronomy**. v. 89, p. 46–52, 2017.
- Luthra S.K. Heritability, genetic advance and character association in potato. **Journal Indian Potato Association**. v. 28, p.1-3, 2001.
- MENEZES, C. B. DE; PINTO, C.A.B.P.; NURMBERG, P. L.; LAMBERT, E.S. Avaliação de genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.) nas safras das águas e inverno no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, p. 777-784, 1999.
- MENEZES, C.B.; PINTO, C.A.B.P.; LAMBERT, E.S. Combining ability of potato genotypes for cool and warm seasons in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 1, n. 2, p. 145–157, 2001.
- RAO, M.P.; SELVI, B.; GUPTA, V.K.; REDDY, R.V.S.K.; JOEL, J.; JAYAKUMAR, B. Morphological Traits Associated with Heat Tolerance in Potato. **International Journal of Current Microbiology and Applied Scienc**. v. 7, p. 1304-1314, 2018.
- SUPRIATNA, J.; NURAENI A.; FAJARFIKA, R; SAHAT, J. P. Correlation and path coefficient analysis of heat stress tolerance characters in potato. **Journal of Physics: Conference Series**. v. 1402, 2019.
- WANG, G. P. and SCHOFIELD, A. Potato: improving crop productivity and abiotic stress tolerance. In:TUTEIA, N.; GIL, S.S.; TIBURCIO, A.F.; TUTEIA, R. **Improving Crop Resistance to Abiotic Stress**. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH &Co. KGaA, 2012. p. 1121-1153.