

## Seleção direta e indireta de genótipos de trigo para tolerância ao calor

Hilda Barbosa Glória<sup>1</sup>, João Romero do Amaral Santos de Carvalho Rocha<sup>1</sup>, Guilherme Ribeiro<sup>2</sup>, Adérico Júnior Badaró Pimentel<sup>3</sup>, Moacil Alves de Souza<sup>4</sup>, Juarez Campolina Machado<sup>5</sup>.

### Resumo

O estresse provocado por altas temperaturas é um dos principais fatores ambientais que limitam a produção de trigo em muitas regiões do mundo, bem como no Brasil Central. Este trabalho foi realizado com o objetivo de identificar genótipos tolerantes ao estresse de altas temperaturas e estimar o coeficiente de correlação genético entre os caracteres estudados com o rendimento de grãos. O experimento foi conduzido em 2012, na estação denominada de verão, na Área Experimental dos Quartéis, pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foram avaliadas 30 linhagens juntamente com oito testemunhas de trigo em delineamento de blocos casualizados com duas repetições. Os tratamentos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do trigo. As variáveis estudadas foram rendimento de grãos, estatura de planta, peso do hectolitro, massa de mil grãos, temperatura de depressão da folha bandeira e da espiga. Os dados foram submetidos à análise de variância e posterior análise de correlação e teste de comparação de médias. O trabalho possibilitou verificar diferenças de tolerâncias ao estresse de calor entre os tratamentos testados, com possibilidade de seleção de genótipos tolerantes ao estresse térmico. A seleção poderá ser realizada diretamente com base no rendimento de grãos ou indiretamente via estatura de plantas. Já as variáveis temperatura de depressão da folha bandeira e da espiga, para os genótipos e condições avaliadas, não se mostraram uma ferramenta útil no processo de seleção.

### Introdução

A produção de trigo no Brasil concentra-se na região Sul, principalmente nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, responsáveis por 95% da produção nacional. Dessa forma, a busca de novas fronteiras agrícolas é uma alternativa para diversificar a produção brasileira e assim, alcançar a autossuficiência. O cultivo do trigo no Brasil Central é uma possibilidade viável, destacando-se o cultivo na modalidade de sequeiro, com início da semeadura em fevereiro até meados de março, que apresenta produtividade média variando de 1,5 a 3,0 t ha<sup>-1</sup>, com lavouras atingindo até 4,5 t ha<sup>-1</sup> (CONAB 2013).

O estresse provocado por altas temperaturas aliado à reduzida disponibilidade de cultivares adaptadas para essa condição de cultivo é um dos principais fatores que limitam a produção de trigo em muitas partes do mundo, como o Brasil Central (Cargnin et al. 2006). Porém esse panorama vem se alterando, graças ao desenvolvimento de genótipos produtivos e principalmente com tolerância às altas temperaturas (Ribeiro et al. 2012).

A seleção de genótipos tolerantes ao calor tem sido tarefa de execução complexa, uma vez que os caracteres de importância agrônômica são altamente influenciados pelo ambiente. Por isso, conhecer as associações destes caracteres é essencial ao melhorista de plantas, principalmente quando o objetivo for seleção indireta, por meio de um caráter de fácil mensuração ou de maior herdabilidade correlacionado ao caráter de interesse de menor herdabilidade (Hartwig et al. 2007). A utilização do caráter temperatura de depressão de órgãos está sendo utilizado com sucesso como critério de seleção de genótipos tolerantes ao estresse térmico em programas de melhoramento (Ayeneh et al. 2002), sendo determinado pela diferença entre a temperatura do ar ambiente e a temperatura do órgão da planta.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi identificar linhagens tolerantes ao estresse de altas tem-

<sup>1</sup> Estudante do curso de agronomia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mail: hilda.gloria@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Professor adjunto da Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui, Itaqui, RS, CEP 97650-000. E-mail: guilhermeribeiro@unipampa.edu.br.

<sup>3</sup> Estudante de Pós-Graduação em Nível de Doutorado do Programa Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mail: adericojr@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Professor adjunto do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mail: moacil@ufv.br.

<sup>5</sup> Pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG, CEP 36038-330. E-mail: juarez@cnpqgl.embrapa.br.



peraturas e estimar o coeficiente de correlação genético entre os caracteres estudados com o rendimento de grãos.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido em 2012, na Estação Experimental dos Quartéis, pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizada no município de Coimbra-MG, na latitude de 20°45'S, longitude 42°51'W e a 720 m de altitude. A semeadura foi realizada em 16 de fevereiro de 2012, sendo denominada de verão, correspondendo à estação que apresenta temperaturas elevadas durante o ciclo da cultura. Foram avaliadas 30 linhagens juntamente com oito testemunhas (cultivares e linhagens com tolerância ao calor no cultivo no Brasil Central).

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados com duas repetições, sendo as parcelas compostas por cinco linhas de cinco metros de comprimento, no espaçamento de 0,2 m entre linhas. O experimento foi irrigado por aspersão de acordo com a necessidade da cultura. A adubação foi realizada, aplicando 300 kg ha<sup>-1</sup> de NPK da fórmula 08-28-16 no sulco de semeadura. Em cobertura, antes da diferenciação floral, foram utilizados 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, juntamente com 0,65 kg ha<sup>-1</sup> de boro para controle da esterilidade masculina. Os demais tratamentos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do trigo.

Os caracteres avaliados foram: estatura de planta (EST); peso do hectolitro (PH); massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG). Durante o período de enchimento de grãos, foram realizadas cinco medições aleatórias da temperatura na superfície da folha bandeira e da espiga, em cada parcela; estas medições foram realizadas com auxílio de termômetro digital infravermelho portátil (Mult Temp – Incoterm com escala de -60 a +500°C e precisão ±2°C), mantendo a relação entre a distância e o tamanho do ponto do laser de 8:1. As medidas foram realizadas no horário entre as 10 e 12h, em pleno sol, com ausência de nuvens com a temperatura ambiente variando entre os 25 e 28°C. A temperatura ambiente foi coletada em cada parcela utilizando um termômetro analógico de máxima e mínima, tipo capela (escala de -38 a + 50°C e precisão de ±1°C). O valor da depressão da temperatura dos órgãos foi calculado subtraindo a temperatura ambiente da temperatura dos órgãos, sendo as medidas determinadas como depressão da temperatura da folha bandeira (DTFB) e depressão da temperatura da espiga (DTE).

Os dados foram submetidos à análise de variância e posterior análise de correlação. As médias dos tratamentos foram agrupadas segundo Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade. As análises genético-estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa GENES (Cruz 2007).

### Resultados e Discussão

Para a maioria das culturas de importância econômica, a produção de grãos é a característica mais importante em um programa de melhoramento genético. Assim, é importante que exista variabilidade genética para a obtenção de ganhos com a realização da seleção. Com base no teste de comparação de médias foi observada a formação de quatro classes distintas para rendimento de grãos, possibilitando a discriminação de genótipos sensíveis e tolerantes ao estresse de calor (Tabela 1). A média para o rendimento de grãos (RG) foi de 1.201 kg.ha<sup>-1</sup>, resultado inferior aos observados por CARGNIN et al. (2006), MACHADO et al. (2010) e OLIVEIRA et al. (2011) em trabalhos realizados com esse mesmo tipo de estresse.

Os genótipos 52, 53, 23, 45 e 14 apresentaram os melhores desempenhos para RG, superando a média de rendimento das testemunhas (Tabela 1), o que demonstra a elevada tolerância ao calor desses genótipos. De modo semelhante ao rendimento de grãos, também foi observada variabilidade genética para os caracteres EST, PH, MMG, TDFB e TDEsp entre os genótipos avaliados em condições de estresse térmico (Tabela 1).

Tabela 1. Média dos caracteres rendimento de grãos (RG), em kg.ha<sup>-1</sup>; estatura de planta (EST), em cm; peso do hectolitro (PH), em kg.hL<sup>-1</sup>; massa de mil grãos (MMG), em gramas; temperatura de depressão da folha bandeira (DTFB), em °C; e temperatura de depressão da espiga (DTEsp), em °C, avaliados em 30 genótipos e oito testemunhas (T) de trigo, submetidos ao estresse de calor no verão de 2012. Viçosa/MG, 2013. <sup>(1)</sup>

Genótipo	RG	EST	PH	MMG	TDFB	TDEsp
3	1406 c	60 b	61 c	25.34 b	7.3 a	7.6 a
4	938 d	63 b	58 c	25.67 b	6.3 b	7.1 b
5	974 d	65 b	59 c	25.67 b	7.1 a	7.3 a
6	1026 d	63 b	63 b	30.17 a	7.0 a	7.4 a
7	1212 d	70 a	64 b	24.67 b	7.2 a	7.0 b
9	1353 c	73 a	65 b	29.00 a	7.6 a	7.5 a
13	971 d	70 a	63 b	28.34 b	7.0 a	7.3 a
14	1646 b	73 a	68 a	32.67 a	7.6 a	8.0 a
16	1378 c	70 a	70 a	31.33 a	7.6 a	7.9 a
17	1269 c	70 a	66 b	31.51 a	7.9 a	8.0 a
18	1181 d	70 a	67 a	26.83 b	7.4 a	7.4 a
23	1702 b	73 a	64 b	30.34 a	6.9 b	7.6 a
32	911 d	63 b	67 a	25.34 b	7.2 a	7.5 a
33	1248 c	65 b	59 c	30.67 a	7.2 a	7.6 a
36	1125 d	68 a	64 b	30.17 a	7.0 a	7.3 a
39	1068 d	60 b	65 b	27.34 b	7.4 a	7.4 a
42	773 d	58 b	58 c	30.17 a	6.9 b	7.6 a
45	1683 b	80 a	71 a	31.67 a	7.1 a	7.3 a
46	1240 c	65 b	66 a	31.84 a	7.9 a	7.9 a
47	1112 d	78 a	65 b	35.00 a	7.2 a	7.2 a
48	760 d	60 b	63 b	23.17 b	7.0 a	7.1 b
49	1281 c	73 a	65 b	27.51 b	6.8 b	6.9 b
50	1013 d	55 b	60 c	26.67 b	6.8 b	6.7 b
52	2227 a	80 a	66 b	31.34 a	7.0 a	6.7 b
53	1721 b	75 a	63 b	26.84 b	7.1 a	6.6 b
54	876 d	60 b	58 c	27.84 b	6.1 b	7.2 a
55	1541 c	75 a	67 a	31.50 a	7.3 a	6.7 b
56	1549 c	75 a	70 a	34.67 a	7.4 a	7.3 a
67	1367 c	68 a	66 a	29.34 a	6.9 b	6.6 b
71	1335 c	73 a	66 a	29.34 a	6.5 b	7.0 b
Aliança (T)	1159 d	73 a	62 b	28.84 a	7.2 a	6.9 b
Anahuac (T)	488 d	60 b	54 d	24.34 b	6.8 b	6.6 b
BH1146 (T)	1197 d	83 a	67 a	31.00 a	7.4 a	7.3 a
BR24 (T)	1288 c	70 a	63 b	29.50 a	8.0 a	7.6 a
BRS207 (T)	534 d	60 b	53 d	26.34 b	6.5 b	7.0 b
CPAC 9662 (T)	960 d	60 b	63 b	28.67 a	7.5 a	7.8 a
EP 93541 (T)	1095 d	73 a	68 a	27.17 b	7.5 a	7.1 b



Pioneiro (T)	1031 d	65 b	63 b	27.34 b	7.5 a	7.3 a
Média	1201	68	63	28.82	7.2	7.3

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra na vertical pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott ao nível de 5% de significância.

Na Tabela 2, observa-se as correlações genéticas entre as variáveis estudadas, sendo verificada associação significativa positiva entre RG e EST e negativa entre RG com TDEsp e EST com TDEsp.

Tabela 2. Coeficientes de correlações genotípicas ( $r_g$ ) entre as variáveis rendimento de grãos (RG), estatura de planta (EST), peso do hectolitro (PH), massa de mil grãos (MMG), temperatura de depressão da folha bandeira (TDFB) e temperatura de depressão da espiga (TDEsp) estimados em genótipos de trigo. UFV. Viçosa/MG, 2013.

Variáveis	EST	PH	MMG	TDFB	TDEsp
RG	0.86*	0.62	0.37	-0.64	-0.92**
EST		0.68	0.45	-0.62	-0.98**
PH			0.19	-0.16	-0.66
MMG				-0.60	-0.41
TDFB					0.61

\*\* , \* : Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste "t", respectivamente.

A correlação positiva entre RG e EST ( $r_g = 0.86$ ) demonstra que ao realizar o processo de seleção de genótipos produtivos, optar por aqueles que apresentem estatura elevada ou mediana pode constituir-se em vantagem na seleção, haja vista que esta variável apresenta menor efeito de ambiente. Em experimentos conduzidos por CARGNIN et al. (2006) e OLIVEIRA et al. (2011) com estresse de alta temperatura constataram médias de 71 e 72 cm para estatura de planta, respectivamente. Esses resultados são similares aos encontrado nesse trabalho, 68 cm de média, onde os genótipos promissores possuem estaturas mediana a baixa.

A diferença entre a temperatura do dossel (folhas + espigas) e a temperatura do ar ambiente, representada pelo grau de resfriamento da planta, reflete a taxa de evapotranspiração, ou seja, quanto maior a diferença de temperatura maior é a tolerância ao calor (Ribeiro et al. 2012). Plantas tolerantes ao calor apresentam a capacidade de manter suas estruturas em níveis normais de temperatura, amenizando os efeitos das altas temperaturas. As variáveis temperatura de depressão da folha bandeira (DTFB) e da espiga (DTEsp) apresentaram pouca variância fenotípica, formando apenas duas classes, genótipos com menor e maior depressão da temperatura dos órgãos (Tabela 2).

A interpretação da associação negativa entre RG e TDEsp ( $r_g = -0.92$ ) remete à ideia de que para obter genótipos produtivos, estes devem apresentar temperatura de espiga mais próximas da temperatura ambiente (Tabela 1), contrariando o conceito de depressão da temperatura do dossel. A explicação para este fato pode estar relacionada ao horário da realização das medições da temperatura, onde foram verificadas temperaturas amenas. Ribeiro (2012) avaliando 217 famílias de trigo para tolerância ao calor identificou correlação positiva entre TDFB e TDEsp com RG, porém o horário da mensuração da temperatura foi das 13 às 15h sempre com temperatura ambiente superior aos 32°C. Dessa forma, o resultado de correlação entre essas variáveis deve ser interpretado com cautela, para evitar erros no processo de seleção de plantas.

A seleção de genótipos tolerantes ao estresse por altas temperaturas, desenvolvidos para a condição do Brasil Central, é uma possibilidade para aumentar a produção de trigo e assim garantir a autossuficiência. Desse modo, o trabalho possibilitou verificar diferenças de tolerâncias ao estresse de calor entre os tratamentos testados, com possibilidade de seleção de genótipos tolerantes ao estresse térmico. Esta seleção poderá ser realizada diretamente com base no rendimento de grãos ou indiretamente com auxílio da estatura de plantas. Já as variáveis temperatura de depressão da folha bandeira e da espiga, para os genótipos e condições avaliadas, não se mostraram uma ferramenta útil no processo de seleção.

### Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPEMIG, CAPES e CNPq pelo apoio concedido.

### Referências

- Ayeneh A, Ginkel MV, Reynolds MP and Ammar K (2002) Comparison of leaf, spike, peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress. **Field Crops Research** **79**:173-184.
- Cargnin A, Souza MA, Dias DCFS, Machado JC, Machado CG and Sofiatti V (2006) Tolerância ao estresse de calor em genótipos de trigo na fase de germinação. **Bragantia** **65**: 245-251.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>.
- Cruz, CD (2007) **Programa Genes - Aplicativo computacional em genética e estatística**. Versão Windows. <[www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm](http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm)>.
- Hartwig I, Carvalho FIF, Oliveira AC, Vieira EA, Silva JAG, Bertan I, Ribeiro G, Finatto T, Reis CES and Busato CC (2007) Estimativa de coeficientes de correlação e trilha em gerações segregantes de trigo hexaplóide. **Bragantia** **66**: 203-218.
- Machado JC, Souza MA, Oliveira DM, Cargnin A, Pimentel AJB and Assis JC (2010) Recurrent selection as breeding strategy for heat tolerance in wheat. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** **10**: 9-15.
- Oliveira DM, Souza MA, Rocha VS and Assis JC (2011) Desempenho de genitores e populações segregantes de trigo sob estresse de calor. **Bragantia** **70**: 25-32.
- Ribeiro G (2012) **Estratégia de melhoramento para tolerância ao estresse de calor em trigo**. 59 f. Tese (Doutorado em genética e melhoramento de plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.
- Ribeiro G, Pimentel AJB, Souza MA, Rocha JRASC and Fonseca WB (2012) Estresse por altas temperaturas em trigo: impacto no desenvolvimento e mecanismos de tolerância. **Revista Brasileira de Agrociência** **18**: 133-142.



**70** Congresso  
Brasileiro de  
Melhoramento  
de Plantas

Variedade Melhorada:  
A força da nossa agricultura

05 a 08 de agosto de 2013  
Center Convention - UBERLÂNDIA - MG

ISBN: 978.85.8179.043-5