

TRIGO DURUM: AVALIAÇÃO DA DIVERSIDADE GENÉTICA PARA COMPOSIÇÃO DE UMA MINI-COLEÇÃO NUCLEAR

Valéria Carpentieri-Pipolo^{1*}, Tammy Aparecida Manabe Kiihl¹, Sandro Bonow²

¹Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, Km 294, Caixa Postal 3081, CEP 99050-970 Passo Fundo, RS. E-mail: valeria.carpentieri-pipolo@embrapa.br

²Embrapa Clima Temperado: Rodovia BR-392, Km 78, 9º Distrito, Monte Bonito Caixa Postal 403, CEP: 96010-971 - Pelotas, RS

O trigo durum (*Triticum durum* Desf), chamado de “trigo para macarrão”, é um dos ancestrais do trigo comum cultivado (*T. aestivum* (L.) (2n = 4x = 28)). A farinha de trigo durum é preferida na indústria de macarrão por ser pobre em proteínas que dão elasticidade à massa, resultando em maior tempo de cozimento, conferindo ao produto a chamada característica de cozimento de macarrão *al dente*. Esta característica ocorre porque o trigo durum não possui o genoma D, que é responsável pela qualidade de panificação, expressada no trigo comum justamente devido à presença deste genoma. Adicionalmente, a farinha de trigo durum apresenta elevados níveis de caroteno, pigmentos amarelos que dispensam o uso de ovos na fabricação de macarrão (Patel et al., 2018).

Em 2018, a produção mundial de trigo durum foi de 39,9 milhões de toneladas, sendo os maiores produtores Estados Unidos, Canadá, Turquia, México, Argélia, Marrocos e Cazaquistão (International Grains Council, 2019). No Brasil, o consumo de trigo durum é ainda restrito; em 2018, foram importadas 19.189 toneladas para abastecer o mercado de sêmola (Abitrigo, 2019). A farinha importada é 3 a 4 vezes mais cara que a de trigo comum, e a indústria brasileira utiliza trigo comum para a fabricação de macarrão.

No Brasil, o macarrão é um alimento bastante consumido pela população de baixa renda, sendo o consumo per capita de 5 kg anuais. Quando se compara com o consumo da Argentina (8,8 kg/ano), dos Estados Unidos (10 kg/ano) e da Itália (27 kg/ano), observa-se que o mercado brasileiro ainda tem grande potencial de expansão (Abimapi, 2019).

Para melhorar a acessibilidade e racionalizar a avaliação de grandes coleções de recursos genéticos, foi desenvolvido o conceito de coleções nucleares. Uma coleção nuclear é um conjunto representativo de acessos, com tamanho em torno de 10% dos acessos de toda a coleção original, escolhido para representar o máximo espectro da diversidade com o mínimo de repetição (Brown et al., 1989). As coleções nucleares podem ser criadas utilizando-se várias metodologias e, para se estimar a divergência genética entre acessos, são utilizados métodos de análise multivariada, como a análise de componentes principais, variáveis canônicas, métodos aglomerativos, entre outros.

O Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, mantém uma coleção de 475 acessos de trigo durum, provenientes de vários países, dos cinco continentes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade genética de acessos do BAG de trigo durum da Embrapa Trigo, para a formação de uma mini-coleção nuclear.

Os experimentos foram conduzidos na Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, em duas safras, em 2009 e 2010. Adotou-se o delineamento experimental de blocos aumentados de Federer. A unidade experimental foi composta de três fileiras de 3 m de comprimento, espaçadas 0,20 m entre linhas, e a densidade de semeadura foi de 350 sementes m⁻². Avaliaram-se 50 genótipos de trigo durum introduzidos do *International Maize and Wheat Improvement Center* (CIMMYT), México. Como testemunhas, foram utilizadas as cultivares de trigo comum MGS Aliança, Anahuac 75, BR 23, IAS 54 e Jacuí.

Foram avaliados os seguintes caracteres agrônômicos (Scheeren, 1984): dias da emergência ao espigamento (DE), dias para a maturação (DM), altura de planta (AP) em centímetros (cm); e rendimento estimado de grãos (RG) (kg ha⁻¹). Considerou-se também as seguintes características: classificação sazonal (inverno, facultativo ou primavera); hábito (prostrado, intermediário ou ereto); comprimento da arista (mútica, normal ou longa); pigmentação da aurícula (ausente, média ou forte); frequência de curvatura da folha bandeira (ausente, média ou alta).

A análise de variância e o coeficiente de correlação de Pearson (significativo quando $P < 0,05$) entre os caracteres foram estimados de acordo com Cruz et al. (2014). Para estimar a dissimilaridade genética entre os pares de acessos, foi calculada uma matriz de Mahalanobis (D²). Baseada nessa matriz, foi realizada análise de agrupamento pelo método otimização de Tocher, obtida pelo programa GENES (Cruz, 2001).

A análise de variância apontou efeito significativo dos tratamentos em todos os caracteres (Tabela 1), o que indica que os genótipos são contrastantes. O rendimento apresentou correlação significativa com dias para espigamento (0,71) e dias para maturação (0,87). A altura de planta apresentou correlações significativas com espigamento (0,97) e com dias para maturação (0,85). Não houve correlação positiva entre rendimento e altura de planta e dias para espigamento e maturação.

Quanto à sazonalidade, todos os genótipos avaliados foram classificados como trigo durum de primavera. Quanto ao hábito de crescimento, houve predominância de cultivares de hábito semiereto, embora Sula, Kronas, Haaka1, Campestre e Bejah 1 tenham apresentado hábito ereto. Todas as cultivares apresentaram arista longa e coloração de aurículas variando de incolor a pouco

colorida; metade dos genótipos apresentou 50% da frequência da curvatura da folha bandeira ereta, enquanto que 50% apresentaram intermediária.

Os genótipos Thknee 11, Ajaia 3/Alkon, Yavaros 79, Sula, Ghaz 1, Inter 9, Wizza16, Bejah 7, Stil Albia 1/Altar 84, Yaz I2, Yazı 10, Aaz/Morjs, Inter 4, Rascon 37, Plata 13, Altar 84/Olar//Ru destacaram-se por apresentar rendimento superior a 3.000 kg/ha e maturação inferior a 130 dias (Tabela 2).

As distâncias entre os acessos variaram de 0,033 a 0,45, possibilitando a formação de cinco grupos de diversidade (Tabela 3). Os caracteres que mais contribuíram para a divergência entre os genótipos foram altura de planta (61,1%) e dias para maturação (30,9%). O rendimento das testemunhas variou de 1.825 kg/ha a 3.664 kg/ha, com altura média de planta de 81 cm. Além disso, a média de dias para o espigamento e para a maturação foi 78 dias e de 132 dias, respectivamente.

Os vários caracteres estudados estão fortemente correlacionados entre si. Esse conhecimento facilita a análise e a seleção de genótipos para compor uma mini-coleção nuclear de trigo durum, mantendo um máximo de diversidade com um mínimo de número de acessos, aumentando as chances de sucesso na exploração da variabilidade em um programa de melhoramento.

Souza (1998), em ensaio de avaliação de 96 cultivares introduzidas do CIMMYT no Mato Grosso do Sul, obteve rendimento variando entre 1.125 kg/ha a 2.362 kg/ha. Moreira e Sousa (1999), em Passo Fundo, RS, relataram que os genótipos introduzidos do CIMMYT não apresentaram boa adaptação às condições de cultivo no RS, pois os rendimentos alcançaram, no máximo, 53% (16% a 53%) daquele obtido pela testemunha. Camargo e Ferreira Filho (2000) relataram que os principais fatores que limitam o cultivo do trigo durum no Brasil é que as variedades disponíveis (muitas introduzidas do CIMMYT) foram desenvolvidas para regiões semiáridas e não sofreram pressão de seleção para resistência a doenças e para dormência de grãos durante seu processo de obtenção. Essas variedades, quando cultivadas em condições com excesso de umidade durante o ciclo e com chuva na colheita, como ocorre nas regiões subtropicais e temperada do sul do Brasil, mostram-se inadequadas devido à elevada suscetibilidade a patógenos, o que reduz a produtividade e encarece o custo de produção, além de não terem dormência, o que resulta em germinação dos grãos maduros e prejudica a qualidade da farinha.

Considerando-se o exposto, o trigo durum destaca-se como alternativa para exploração na região do Planalto Central do Brasil, requerendo irrigação no inverno. Nessa região, a cultura não teria sucesso em condições de sequeiro, no inverno, devido à deficiência hídrica. As cultivares disponíveis foram selecionadas para região de clima semiárido e solo alcalino (pH acima de 7) e

apresentam alta suscetibilidade à alumínio do solo, características que podem ser adequadas na região supracitada.

As informações obtidas são relevantes para apoio ao melhoramento genético de trigo durum, pois permitem predizer as melhores combinações híbridas entre os genitores e identificar deficiências na coleção de forma a realizar um planejamento para introdução de novos genótipos e para ampliação de ensaios de avaliação para diferentes ambientes de cultivo.

Referências

- ABIMAPI. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados. Disponível em: <<https://www.abimapi.com.br>>. Acesso em: 2 maio 2019.
- ABITRIGO. Associação Brasileira da Indústria do Trigo. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br>>. Acesso em: 2 maio 2019.
- BROWN, A. H. D.; FRANKEL, O. H.; MARSHALL, D.; WILLIAMS, J. T. (Ed.). **The uses of plant genetic resources**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 382 p.
- CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A. W. P. Cultivo de trigo duro no Brasil: informações técnicas. **O Agrônomo**, v. 52, n. 1, p. 13-16, 2000.
- CRUZ, C. D. . **Programa GENES** - versão windows. Aplicativo computacional em Genética e Estatística. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2001. v. 1. 648 p.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2014. 668 p.
- INTERNATIONAL GRAINS COUNCIL. Disponível em: <<https://www.igc.int/en/default.aspx>>. Acesso em: 2 maio 2019.
- MOREIRA, J. C. S; SOUSA, C. N. A. **Resultados do 26º Elite Durum Wheat Yield Trial, Passo Fundo, RS, em 1996**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 4 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 6). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co06.htm>. Acesso em: 2 maio 2019.
- PATEL, N. A.; JOSHI, V. I.; PATIDAR, D. R.; PATEL, J. A. Combining ability analysis of some yield and quality traits in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) **Electronic Journal of Plant Breeding**, v. 9, n. 4, p. 1443-1449, 2018.
- SCHEEREN, P. L. **Instruções para utilização de descritores de trigo (*Triticum* spp.) e triticale (*Triticosecale* sp)**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1984. 32 p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 9).
- SOUSA, P. G. **Avaliação de linhagens de trigo duro (*Triticum durum*) na região sul de Mato Grosso do Sul, safras 1997 e 1998**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998. 2 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Pesquisa em andamento, 8).

Tabela 1. Quadrados médios da análise de variância para quatro caracteres agrônômicos de trigo durum, do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Trigo. Passo Fundo, RS

FV ⁽¹⁾	GL	RG (kg/ha)	AP (cm)	DE (dias)	DM (dias)
Bloco	1	24160,27	79,35	109,35	13,06
Tratamento	54	1210629*	357,02**	50,49**	72,12*
Resíduo	4	96710	1,65	0,85	7,85
Média	-	1710	81	79	132
CV(%)	-	18,1	1,57	1,16	2,11

¹FV (fontes de variação); GL (graus de liberdade); RG (rendimento de grãos); AP (altura de planta); DE (dias para espigamento); DM (dias para maturação); CV (coeficiente de variação).

** e * diferenças significativas a 1% e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 2. Genótipos de trigo durum identificados para precocidade do florescimento, altura de planta e rendimento. Passo Fundo, RS

Característica	Genótipo ⁽¹⁾
Precocidade de espigamento < 80 dias**	Cruza0247 Campestre5 Kronas Aaz772 Cruza0286 Haahka1 Hui/Yav79 Shami-Celta Stil Sula Wizza16 Yavaro79 Bejah7 Patamarilla6 Iac1002 Yaz10 Ajaia5 Inter4 Inter9 Plata13 Plata16 Sirri3 Thknee11 Aaz/Morjs1 Albia1/Altar84 Altar 84/Olar//Ru Ajaia3/Alkon Iac1003 Kjove1 Porron4 Rascon10 Scosib-Rok Spot2 Yaz2 Altar84 Pelicano PF781168 Rusticola2 Silver1 Rascon37 Win <i>Anahuac75 Jacui BR23</i>
Maturação < 130 dias*	Cruza0247 Shami-Celta Stil Sula Wizza16 Plata13 Plata16 Thknee11 Haahka1 Bejah7 Patamarilla6 9594(Pi195726) Campestre5 Cruza0286 Yavaro79 Yaz10 Irri3 Porron4 Hui/Yav79 IAC1002 Inter4 Inter9 Aaz/Morjs1 Albia1/Altar84 Altar 84/Olar//Ru Iac1003 Kjove1 Yaz2 Altar84 Rusticola2 Silver1 Ias54 Aaz772 Ajaia5 Spot2 Br23 Ghaz1 Ajaia3/Alkon Scosib-Rok PF781168 Rascon37 PF781169 IAC1001 Kronas Rascon10 Pelicano Win IAS54 <i>PF781172 BR23 Jacuil MGSAliança Anahuac75</i>
Altura de planta < 100 cm**	Pelicano Kronas Iac1002 Pf781168 Aaz772 Cruza0286 Sula Patamarilla6 Inter4 Inter9 Iac1003 Kjove1 Scosib-Rokspot2 Rascon37 Pf781169 Pf781172 Iac1001 Cruza0247 Haahka1hui/Yav79 Shami Celta Stil Wizza16 Yavaro79 Yaz10 Ajaia5 Plata13 Sirri3 Aaz/Morjs1 Albia1/Altar84 Altar84/Olar//Ruporron4 Rascon10 Altar84 Wing Haz1 Gallin9 Yaz2 Bejah7 Plata16 Ajaia3/Alkon Silver1 Campestre5 Thknee11 Rusticola2 Valselva Valselva2 Ziraat1251 <i>BR23 IAS54 Anahuac75</i>
Rendimento > 3000 kg/ha*	Thknee11 Ajaia3/Alkon Yavaro79 Sula Ghaz1 Inter9 Wizza16 Bejah7 Stil Albia1/Altar84 Yaz2 Yaz10 Aaz/Morjs1 Inter4 Rascon37 Plata13 Altar 84/Olar//Ru <i>Jacui BR23 Aliança IAS54 MGSAliança</i>

¹Genótipos em itálico são cultivares comerciais de trigo comum (*T. aestivum*) utilizadas como testemunhas.

* e ** valores significativos p 0,05 e p ≤ 0,01.

Tabela 3. Agrupamento de genótipos de trigo durum pelo método de Tocher, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis como medida de distância genética. Passo Fundo, RS.

Grupo	Genótipos
< 1 >	Albia1/Altar84 Kronas Shami-Celta Yavaro79 Ajaia5 Pf781172 Valselva Rascon37 Iac1002 Gallin9 Altar84 Rusticola2 Bejah7 Patamarilla6 Valselva2 Plata13 Iac1003 Spot2 Plata16 Ghaz1 Yaz10 Inter4 Ziraat1251 Cruza0286 Rascon10 PF781169 Haahka1 9594(Pi195726) Altar Stil Scosib-Rok Campestre5 Pelicano Thknee11
< 2 >	Silver1 Sula Pf781168 Aaz772 Cruza0247 84/Olar//Ru Win
< 3 >	IAC1001 Wizza16 Sirri3 Kjove1 Aaz/Morjs1 Ajaia3/Alkon
< 4 >	Inter9 Porron4
< 5 >	Hui/Yav79