

Estabilidade genética em triticales estimada pela viabilidade polínica

Genetic stability in triticales estimated by pollen viability

Adriana Brambatti¹, Sandra Patussi Brammer^{2*}, Paula Wiethölter³, Alfredo do Nascimento Junior²

RESUMO: O estudo visou inferir sobre a estabilidade genética, com base na viabilidade polínica, em genótipos de triticales hexaploide utilizados no bloco de cruzamentos do programa de melhoramento genético da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Trigo). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Para cada genótipo, foram avaliadas cinco repetições e cada repetição foi constituída por uma planta. Analisaram-se, por meio de microscopia óptica e pela técnica de Squash com corante carmim acético 1%, 200 grãos de pólen por lâmina, totalizando 1.000 grãos de pólen por genótipo. As variáveis analisadas foram: grãos de pólen binucleados e trinucleados, com pouco amido, vazios, com mais de um poro e de tamanhos diferentes. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1%. Houve diferença significativa entre todas as variáveis. A porcentagem de grãos de pólen binucleados e/ou trinucleados variou de 74 a 97%. Concluiu-se que 66% dos genótipos avaliados apresentaram viabilidade polínica acima de 90%, sendo indicados a continuar fazendo parte do programa de melhoramento genético de triticales, tanto na seleção de parentais como durante os cruzamentos e retrocruzamentos. Portanto, os estudos citogenéticos representam excelente ferramenta de apoio ao melhorista na escolha dos genótipos mais estáveis.

PALAVRAS-CHAVE: X *Triticosecale* Wittmack; grãos de pólen; seleção assistida; citogenética.

ABSTRACT: The study aimed to infer about the genetic stability from the pollen viability in hexaploid triticales genotypes used in block crossings breeding program from Brazilian Company of Agriculture Research (Embrapa Wheat). The experiments were conducted in a randomized design. For each genotype five repetitions were assessed. Each replication consisted of one plant and each replication consisted of one plant. Two hundred pollen grains were analyzed by optical microscopy and by the squash technique with 1% acetic carmine dye per slide, totalizing 1,000 pollen grains per genotype. The variables analyzed were: binucleate and trinucleate pollen grains, with little starch, empty, with more than one pore and with different sizes. The data were submitted to analysis of variance and compared by Tukey test at 1%. There were significant differences between all variables. The percentage of binucleate and/or trinucleate grains ranged from 74 to 97%. We conclude that 66% of genotypes present pollen viability above 90% and they are indicated to remain of the breeding program of triticales, both in the selection of parenting as during the crossing and backcrossing. Therefore, the cytogenetic studies represent excellent support tool for breeder in selecting the most stable genotypes.

KEYWORDS: X *Triticosecale* Wittmack; pollen grains; assisted selection; cytogenetics.

¹Programa de Pós-Graduação em Agronomia; Universidade de Passo Fundo (UPF) – Passo Fundo (RS), Brasil.

²Centro Nacional de Pesquisa de Trigo; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Trigo) – Passo Fundo (RS), Brasil.

³Faculdade Especializada na Área de Saúde do Rio Grande do Sul – Passo Fundo (RS), Brasil.

*Autor correspondente: sandra.brammer@embrapa.br

Recebido em: 17/09/2014. Aceito em: 31/08/2015

INTRODUÇÃO

A estabilidade genética é fator crucial para o avanço das gerações em um programa de melhoramento vegetal. Tratando-se do triticale (*X Triticosecale* Wittmack), a estabilidade genética é dificultada pelo fato de o cereal ser um híbrido entre *Triticum* e *Secale*, apresentando instabilidades meióticas que, associadas a anormalidades genéticas e/ou aberrações cromossômicas, pode resultar na formação de plantas atípicas, macho estéreis ou incapazes de produzir grãos, o que impossibilita o alcance dos padrões exigidos para a produção de sementes (CORRÊA *et al.*, 2006). Por conta disso, torna-se necessário que somente linhagens que possuam estabilidade de produção de plantas típicas sejam avançadas no processo de melhoramento (GIACOMIN, 2014).

Considerado como forte potencial agrícola, o triticale foi o primeiro cereal sintetizado pelo homem com o intuito de combinar as vantagens de seus parentais, entre elas o alto valor proteico dos grãos e a qualidade para a produção de derivados de panificação, o alto potencial de rendimento de grãos e de biomassa, a resistência a doenças, o crescimento em baixas temperaturas, a resistência ao alumínio tóxico do solo, a tolerância à seca, o sistema radicular profundo e o baixo requerimento de insumos (NASCIMENTO JUNIOR, 2004).

Quanto à sua biologia reprodutiva, por ser fruto do cruzamento entre o trigo, espécie autógama, e o centeio, preferencialmente alógama, o triticale tem uma pequena tendência à alogamia, embora ele seja tido como uma espécie autógama, tanto no melhoramento genético como na legislação e normas para a produção de sementes. Entretanto, pode demonstrar ampla variabilidade de híbridos com genomas e níveis de ploidia diferentes, sendo distinguido como primário e secundário. É considerado primário quando provém diretamente do cruzamento entre espécies ancestrais (trigo e centeio), e secundário quando resulta do cruzamento entre primários, primários com algum dos parentais, ou primários com outros secundários (CARVALHO *et al.*, 2008).

Nesse contexto, torna-se evidente que para um programa de melhoramento de triticale se deve levar em conta o uso de estratégias metodológicas que analisem a estabilidade da planta em um curto período de tempo. Nesse sentido, a viabilidade polínica é uma técnica citológica simples e rápida e serve como seleção assistida ao melhorista, pelo fato de dar suporte na tomada de decisão, tanto na eliminação de genótipos indesejáveis e/ou instáveis como na seleção daqueles com elevadas características superiores, economizando tempo e recursos físicos e financeiros durante o avanço de gerações.

De acordo com LOVE (1949), quando grãos de pólen ou micrósporos apresentam micronúcleos, significa irregularidade no processo meiótico. Porém, se observados em fase mais tardia ou de desenvolvimento mais avançado, a análise de grãos de pólen permite avaliar algumas características anatômicas e fisiológicas importantes, fundamentais para a sua completa

maturação e desenvolvimento. Dessa forma, plantas que são anormais citogeneticamente devem ser descartadas ou reservadas para outros estudos, uma vez que o triticale pode indicar as seguintes desordens reprodutivas: instabilidade meiótica, alta frequência de aneuploidias, baixa fertilidade e grãos enrugados, características que supostamente estão interligadas (OETTLER, 2005).

Em virtude de fatores bióticos e abióticos também influenciarem na formação do grão de pólen e na interação genótipo/ambiente (local/ano), é relevante que em um programa de melhoramento genético vegetal a técnica da viabilidade polínica seja utilizada rotineiramente, a fim de agregar maior conhecimento sobre o material trabalhado, avançar na seleção e priorizar os melhores cruzamentos, excluindo ou deixando para estudos posteriores os materiais instáveis. Entretanto, GUERRA *et al.* (2011) abordaram que há escassez de estudos na tentativa de analisar a fertilidade e a estabilidade meiótica de cultivares brasileiras de triticale, especialmente de diferentes genótipos comparando programas de melhoramento genético distintos e ano de cultivo.

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi inferir sobre a estabilidade genética, via análise de grãos de pólen, para fornecer subsídios ao melhorista na tomada de decisão no tocante ao uso e à permanência de cultivares e linhagens de triticale no programa de melhoramento genético.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo consistiu em 29 genótipos de triticale (Tabela 1). A semeadura foi efetuada a campo, em Passo Fundo (RS), em três épocas. O solo é do tipo latossolo vermelho distrófico húmico, de textura argilosa, profundo (STRECK *et al.*, 2008). Efetuou-se a primeira semeadura no dia 28 de maio de 2009, e a segunda e a terceira ocorreram a intervalos de 18 e 29 dias da primeira, nessa ordem. As parcelas eram compostas de seis linhas de 3 m de comprimento, com espaçamento de 20 cm entre linhas e de 40 cm entre parcelas nas laterais. A distância média entre os grãos foi de 7 cm na linha.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Cada genótipo representou um tratamento, totalizando 29 tratamentos. De cada tratamento, foram realizadas cinco repetições (cada repetição foi representada por uma espiga). As espigas foram coletadas de plantas diferentes em cada parcela, e a coleta foi realizada na fase anterior à antese — estágio 10,5 da escala de Feekes e Large (LARGE, 1954). Após a coleta, as espigas, devidamente identificadas, foram imediatamente fixadas em Carnoy (álcool etílico: ácido acético glacial, 3:1), mantidas em temperatura ambiente por 24 h e, em seguida, foram estocadas a -20°C.

Para a análise citogenética, as lâminas foram confeccionadas usando as três anteras da mesma flor, oriundas da região mediana da espiga. A técnica utilizada foi a Squash, e a coloração aconteceu com carmim acético (1%). Foram analisados 200 grãos de pólen por lâmina, totalizando 1.000 grãos de pólen por genótipo. A captura das melhores imagens deu-se pelo programa Pinnacle Studio Plus, por meio do microscópio óptico Zeiss, Axiolab, com aumento de 400x.

Tabela 1. Genótipos de triticale (*X Triticosecale* Wittmack) utilizados para estudos de viabilidade polínica e suas respectivas genealogias.

Genótipo	Genealogia
BRS 148	YOGUI/TATU
BRS 203	LT-1/RHINO
BRS Minotauro	OCTO 92-3(PF 89358/CBR 1)/TCL BR4
BRS Netuno	POLLMER//2*ERIZO/BULL_1
BRS Ulisses	ERIZO/NIMIR
Embrapa 18	TAPIR/YOGUI//2* MUSKOX
Embrapa 53	LT 1117.82/CIVET//TATU
IAC 2 Tarasca	TEJON/BEAGLE
IAC 3 Bantengue	BANTENG "S"
IAC 5 Canindé	LT 978.82/ASAD//TARASCA
IPR 111	ANOAS 5/STIER 13
PFT 0407	ERIZO 11*2/MILMAN*2//PICUS
PFT 0505	EMBRAPA 53//PFT 116/ HOH-87102-6-1
PFT 0608	CAAL/RA 23
PFT 0609	EMBRAPA 53//PFT 116/ HOH-87102-6-1
PFT 0610	EMBRAPA 53//PFT 116/ HOH-87102-6-1
PFT 0704	EMBRAPA 53//PFT 116/ HOH-87102-6-1
PFT 0705	EMBRAPA 53//PFT 116/ HOH-87102-6-1
PFT 0706	LT-1/RHINO
PFT 0709	POLLMER_3/FOCA_2-1//POLLMER_4
PFT 0710	T1502_WG/MOLOC_4//RHINO_3/ BULL_1-1
PFT 0802	BRS 148*2/HOH85107-2-3
PFT 0803	BRS 148//PFT 215*2/HOH86007-1-2
PFT 0804	PFT 211*2/HOH-85102-2-2
PFT 0809	PFT 215/EMBRAPA 53
PFT 0811	PFT 701(6TA876/.../4/2*ERIZO)// EMBRAPA 18*2
PFT 307	PFT 312/PFT 511
Triticale BR 1	MAYA 2/ARMADILLO//CAMEL
Triticale BR 4	BEAGLE/CINNAMON//MUSKOX

As variáveis analisadas foram:

1. grãos de pólen binucleados e/ou trinucleados, considerados viáveis;
2. grãos de pólen com pouco amido;
3. grãos de pólen vazios (inviáveis);
4. grãos de pólen com mais de um poro;
5. grãos de pólen com tamanhos diferentes.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ANOVA (Statistical Analysis System, SAS Institute, versão 9.1, 2004) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diferentes padrões apresentados pelos grãos de pólen nos genótipos estudados são verificados na Figura 1. Os resultados obtidos, quanto à viabilidade polínica, para os 29 genótipos de triticale, são abordados a seguir. Em relação à análise de variância, foram observadas diferenças significativas a 1% para as variáveis grãos de pólen binucleados e/ou trinucleados, vazios, com pouco amido, com mais de um poro e com tamanho diferente. Entre as repetições não foram constatadas diferenças significativas (Tabela 2).

No tocante à porcentagem de grãos de pólen binucleados e/ou trinucleados, considerados viáveis, foi percebida variação de 74 a 97% (Tabela 3). BRS Ulisses, que exibiu a menor porcentagem de grãos de pólen viáveis (74%), não diferiu de Embrapa 18, Embrapa 53, PFT 0608, PFT 0609, PFT 0610, PFT 0705 nem de PFT 0803, mas diferiu estatisticamente dos demais para essa variável.

Levando em conta grãos de pólen vazios, BRS Ulisses também diferiu estatisticamente da maioria dos genótipos, não sendo comprovada diferença apenas entre Embrapa 18, Embrapa 53, PFT 0608 e PFT 0610.

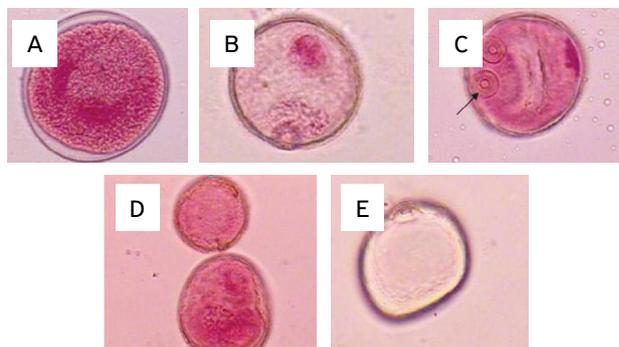


Figura 1. Diversidade de grãos de pólen encontrados. (A) pólen binucleado; (B) pólen com pouco amido e coloração fraca do citoplasma; (C) pólen com dois poros (setas); (D) pólen com tamanhos diferentes; (E) pólen vazio.

Tabela 2. Análise de variância pelo teste F para diferentes categorias de grãos de pólen.

Causas de variação	Pólen bi e trinucleado	Pólen vazio	Pólen com pouco amido	Pólen com mais de um poro	Pólen com tamanho diferente
Genótipo	459,25*	221,30*	114,12*	10,86*	5,01*
Repetição	181,37	30,72	91,94	3,11	3,87
Erro	134,65	62,93	43,03	2,99	1,85

*Significativo a 1%.

Tabela 3. Viabilidade polínica obtida para os genótipos de triticale analisados pelo teste de Tukey a 1%.

Genótipos	Pólen binucleado/trinucleado			Pólen vazio			Pólen com pouco amido			Pólen com mais de um poro			Pólen com tamanho diferente		
	n (%)			n (%)			n (%)			n (%)			n (%)		
BRS 148	179,2	89,6	a	12,2	6,1	b	6,0	3,0	abc	1,0	0,5	bc	1,6	1,0	ab
BRS 203	187,2	93,6	a	8,4	4,2	b	3,4	1,7	bc	0,8	0,4	c	0,2	0,1	b
BRS Minotauro	181,8	90,9	a	3,4	1,7	b	14,2	7,1	abc	0,4	0,2	c	0,2	0,1	b
BRS Netuno	188,4	94,2	a	7,2	3,6	b	3,0	1,5	bc	0,0	0,0	c	1,4	0,7	ab
BRS Ulisses	147,4	73,7	b	32,8	16,4	a	19,4	9,7	a	0,2	0,1	c	0,2	0,1	b
Embrapa 18	172,0	86,0	ab	15,0	7,5	ab	13,0	6,5	abc	0,0	0,0	c	0,0	0,0	b
Embrapa 53	167,4	83,7	ab	13,4	6,7	ab	14,2	7,1	abc	0,6	0,3	c	4,4	2,2	a
IAC 2 Tarasca	188,4	94,2	a	1,6	0,8	b	9,6	4,8	abc	0,2	0,1	c	0,4	0,2	b
IAC 3 Bantengue	175,8	87,9	a	11,0	5,5	b	11,8	5,9	abc	1,2	0,6	bc	0,2	0,1	b
IAC 5 Canindé	188,0	94,0	a	7,8	3,9	b	1,0	0,5	c	0,0	0,0	c	3,2	1,6	ab
IPR 111	186,8	93,4	a	6,8	3,4	b	6,2	3,1	abc	0,0	0,0	c	0,4	0,2	b
PFT 0407	186,6	93,3	a	7,2	3,6	b	6,2	3,1	abc	0,0	0,0	c	0,0	0,0	b
PFT 0505	183,0	91,5	a	6,0	3,0	b	8,6	4,3	abc	2,2	1,1	abc	0,2	0,1	b
PFT 0608	167,0	83,5	ab	20,0	10,0	ab	9,4	4,7	abc	3,2	1,6	abc	0,4	0,2	b
PFT 0609	171,8	85,9	ab	8,8	4,4	b	18,2	9,1	ab	1,2	0,6	bc	0,0	0,0	b
PFT 0610	170,2	85,1	ab	15,0	7,5	ab	9,4	4,7	abc	5,0	2,5	ab	0,6	0,3	b
PFT 0704	177,6	88,8	a	7,4	3,7	b	13,8	6,9	abc	1,2	0,6	bc	0,0	0,0	b
PFT 0705	174,2	87,1	ab	12,2	6,1	b	12,0	6,0	abc	1,4	0,7	bc	0,2	0,1	B
PFT 0706	194,0	97,0	a	3,0	1,5	b	3,0	1,5	bc	0,0	0,0	c	0,0	0,0	b
PFT 0709	188,6	94,3	a	7,4	3,7	b	4,0	2,0	abc	0,0	0,0	c	0,0	0,0	b
PFT 0710	179,6	89,8	a	8,0	4,0	b	10,8	5,4	abc	0,4	0,2	c	1,2	0,6	ab
PFT 0802	188,0	94,0	a	1,4	0,7	b	9,6	4,8	abc	1,0	0,5	bc	0,0	0,0	b
PFT 0803	174,8	87,4	ab	5,2	2,6	b	13,6	6,8	abc	6,0	3,0	a	0,4	0,2	b
PFT 0804	185,2	92,6	a	3,0	1,5	b	11,8	5,9	abc	0,0	0,0	c	0,0	0,0	b
PFT 0809	187,4	93,7	a	2,4	1,2	b	10,0	5,0	abc	0,0	0,0	c	0,8	0,4	b
PFT 0811	186,6	93,3	a	4,4	2,2	b	8,6	4,3	abc	0,2	0,1	c	0,4	0,2	b
PFT 307	175,8	87,9	a	2,6	1,3	b	18,6	9,3	ab	1,6	0,8	bc	1,4	0,7	ab
Triticale BR 1	182,0	91,0	a	4,0	2,0	b	13,4	6,7	abc	0,0	0,0	c	0,6	0,3	b
Triticale BR 4	185,4	92,7	a	1,0	0,5	b	12,8	6,4	abc	0,8	0,4	c	0,2	0,1	b

*Valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna ou no nível de 1% de probabilidade; n: número médio das cinco repetições por genótipo.

De maneira semelhante, BRS Ulisses apontou valores expressivos de grãos de pólen com pouco amido, contribuindo negativamente na proporção de grãos de pólen viáveis,

diferindo de modo significativo de BRS 203, BRS Netuno, IAC 5 Canindé e PFT 0706, com menores valores para pólen com pouco amido e elevada viabilidade polínica. Tendo em

vista que BRS 203 e PFT 0706 são resultantes do mesmo cruzamento, é possível que essa variável tenha o componente genético e a herdabilidade elevados.

Para grãos de pólen com mais de um poro, os genótipos foram distintos, porém não mostraram padrão de associação com as demais variáveis. As linhagens PFT 0505, PFT 0609, PFT 0610, PFT 0704 e PFT 0705, descendentes do cultivar Embrapa 53, obtiveram taxa menor de grãos de pólen com tamanhos diversos, estatisticamente diferentes da progenitora, inferindo-se que tal fato pode ser fruto do processo de recombinação e seleção.

Grãos de pólen com tamanhos distintos são comumente encontrados nas espécies pertencentes à tribo Triticeae (ROSA *et al.*, 2006). Na maior parte dos genótipos avaliados neste estudo, foi observada quantidade adequada de amido, tanto no estádio binucleado quanto no estádio trinucleado.

Ressalta-se que os grãos de pólen com pouco amido estavam em estádio mais precoce de desenvolvimento em alguns genótipos, sugerindo que provavelmente eles não apresentariam problemas durante a maturação nem viabilidade no momento da fertilização. Outros, no entanto, em função da sua conformação irregular foram considerados inviáveis.

Variações interespecíficas são comumente encontradas e esperadas, sobretudo quando utilizadas em um programa de melhoramento vegetal, considerando o fato de os genótipos possuírem origens distintas e serem oriundos de diferentes cruzamentos. ROSA *et al.* (2006) analisaram tétrades, viabilidade e tamanho do grão de pólen de triticales hexaploides e verificaram que a frequência de grãos irregulares variava conforme o genótipo, embora todos demonstrassem elevada viabilidade polínica.

BRS Ulisses e BRS Minotauro também foram analisados por ROSA *et al.* (2006), os quais apresentaram viabilidade polínica de 98,4 e 100%, respectivamente. Esses dados diferiram dos resultados obtidos no presente trabalho, ou seja, 74 e 91%. Quanto ao BRS Minotauro, ZANOTTO *et al.* (2009) também o estudaram e encontraram viabilidade de 72%. No entanto GUERRA *et al.* (2011) observaram viabilidade polínica de 97 a 95% para o referido genótipo, em duas épocas de semeadura. Essas discrepâncias nos resultados para cultivar BRS Minotauro podem ter ocorrido em virtude de fatores ambientais, que influenciam na formação do grão de pólen, e da interação do genótipo com o ambiente, em cada ano de cultivo, contudo deve-se levar em conta que em ambos os anos os cultivares mencionados mantiveram a mesma classificação, ou seja, BRS Minotauro apontou melhores dados de viabilidade polínica que BRS Ulisses.

TECHIO *et al.* (2006) afirmaram que a perda da viabilidade dos grãos de pólen em diferentes espécies tem sido correlacionada também com a perda de água, tanto em condições naturais como de laboratório. Outro aspecto que precisa ser averiguado é que a viabilidade do grão de pólen pode variar consideravelmente entre indivíduos de uma espécie e entre amostras de um mesmo indivíduo.

O estudo da viabilidade polínica é comumente empregado no melhoramento genético vegetal de diversas espécies, em virtude da facilidade, da rapidez, do baixo custo financeiro e da confiabilidade da técnica (DOMINGUES *et al.*, 1999; SOUZA *et al.*, 2002; CORRÊA *et al.*, 2005; VARGAS *et al.*, 2005; EINHARDT *et al.*, 2006; MUNHOZ *et al.*, 2008; CARDOSO *et al.*, 2009).

Uma elevada percentagem de grãos de pólen viáveis indica alta fertilidade masculina, e a eficácia dos cruzamentos depende diretamente da viabilidade polínica (TECHIO *et al.*, 2006). BALBINOT (2007) realizou uma estimativa em 64 acessos de *Paspalum notatum*, encontrando viabilidade polínica relativamente alta, variando de 72 a 98%. Da mesma forma, ZANOTTO *et al.* (2009), ao analisarem a viabilidade de grãos de pólen de 52 genótipos de triticales, em 2005, concluíram que a grande maioria dos genótipos apresentou viabilidade polínica superior a 90%. Considerável viabilidade polínica em genótipos de triticales também foi encontrada por GUERRA *et al.* (2011), que observaram médias de 92 e 91% para diferentes épocas de semeadura, apesar de esses genótipos exibirem muitas irregularidades meióticas.

Entretanto, os resultados de viabilidade polínica em triticales obtidos por GIACOMIN (2014), que analisou os parentais Embrapa 53 e BRS Minotauro, as gerações de híbridos F_1 e F_2 e os retrocruzamentos RC_1 e RC_2 , verificou que a porcentagem média dos grãos de pólen viáveis variou entre 90 e 97%. Ao ser analisado separadamente, o parental Embrapa 53 apresentou índice de fertilidade polínica de 94%, e o BRS Minotauro, 95%. Na geração segregante F_1 foi de 91%, e F_2 apresentou a menor viabilidade polínica, ou seja, 90%. No caso dos retrocruzamentos, o genótipo RC_1 apresentou índice de 93% e o RC_2 de 97%.

Vale ressaltar que o melhoramento genético vegetal, mesmo que não empregue todas as ferramentas disponíveis para a seleção dos genótipos mais adaptados, com estabilidade e alta produtividade de grãos, tende a selecionar aqueles que agregam o menor número de características indesejáveis. Embora tenham sido observados valores diferentes nas pesquisas citadas com o BRS Minotauro, não existem padrões estabelecidos de valores críticos para a seleção assistida nos programas de melhoramento genético da espécie.

Além dos trabalhos já mencionados com relação à viabilidade polínica, ZINN (1992), estudando cultivares de trigo, concluiu que foram encontrados, na mesma antera, porém em proporções diferentes, grãos de pólen com desenvolvimento normal e grãos de pólen com anormalidades, os quais poderiam ser considerados estéreis para efeitos de fertilização.

Com relação ao tamanho do grão de pólen, nível de ploidia e viabilidade polínica, CARDOSO (2007) constatou que em trigo e espécies associadas havia correlação positiva entre esses parâmetros. Um acesso de *Aegilops tauschii*, diploide ($2n = 2x = 14$), apresentou grãos de pólen com o menor diâmetro (39,14 μm). Quatro cultivares brasileiros, assim como quatro

acessos sintéticos de *Triticum aestivum*, hexaploides ($2n = 6x = 42$), contiveram os maiores grãos de pólen, com diâmetros variando de 55,82 a 59,87 μm . Quatro variedades comerciais de *T. durum*, tetraploide ($2n = 4x = 28$), obtiveram diâmetros intermediários entre *A. tauschii* e *T. aestivum* (46,57 a 47,64 μm). Além disso, analisando o tamanho associado à viabilidade, grãos de pólen viáveis alcançaram os maiores diâmetros em comparação aos inviáveis.

Outras Poaceas muito estudadas citogeneticamente são as pertencentes ao gênero *Paspalum* L. Entre as várias pesquisas com espécies desse gênero, um trabalho realizado por DAHMER *et al.* (2008) constatou variações entre espécies diploides e tetraploides quanto à viabilidade polínica. As espécies diploides obtiveram maior porcentagem de grãos de pólen viáveis em comparação às espécies tetraploides.

Desse modo e com base nos resultados das análises de viabilidade polínica obtidas neste trabalho, averiguou-se que 66% dos genótipos apresentaram viabilidade polínica superior a 90%, resultados satisfatórios para um programa de melhoramento. Da mesma forma, confirmou-se a eficácia da técnica, que pode ser utilizada rotineiramente no programa de melhoramento genético de triticale.

Portanto, entre as técnicas da citogenética, o estudo da viabilidade polínica é uma medida de fertilidade masculina,

herdável e capaz de representar o grau de estabilidade dos genótipos. Quando empregada em programas de melhoramento, a presente técnica fornece subsídios na tomada de decisão pelo melhorista, anterior aos cruzamentos, uma vez que possibilita a escolha de genótipos estáveis.

CONCLUSÃO

Do total de genótipos avaliados, 66% apresentam viabilidade polínica acima de 90% e são indicados a serem utilizados como genitores em programa de melhoramento genético de triticale, tanto em cruzamentos como em retrocruzamentos, principalmente por demonstrarem elevada estabilidade genética.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às funcionárias da Embrapa Trigo Andréa Moras e Valdirene Volpato e à bióloga Maira Zanotto os auxílios prestados durante a execução do trabalho.

REFERÊNCIAS

- BALBINOT, N.D. *Variabilidade citogenética em uma coleção de acessos de Paspalum notatum* Flüggé. 2007. 66f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Plantas Forrageiras, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- CARDOSO, B.M. *Análises citogenéticas em linhagens sintéticas de Triticum aestivum (T. durum X T. tauschii) e seus cruzamentos com cultivares de trigo, visando à introgressão de resistência à ferrugem da folha*. 2007. 99f. Tese (Doutorado em Genética e Biologia Molecular) – Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- CARDOSO, R.D.L.; GRANDO, M.F., MS-BASSO, S.; SEGEREN, M.I.; AUGUSTIN, L.; SUZIN, M. Caracterização citogenética, viabilidade de pólen e hibridação artificial em gérbera. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.27, n.1, p.40-44, 2009.
- CARVALHO, F.I.F.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; PIANA, C.F.B. Triticale. In: BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. (Orgs.). *Origem e evolução de plantas cultivadas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.853-890.
- CORRÊA, M.G.S.; VIÉGAS, J.; SILVA, J.B.; ÁVILA, P.F.V.; BUSATO, G.R.; LEMES, J.S. Meiose e viabilidade polínica na família *Araceae*. *Acta Botanica Brasílica*, Belo Horizonte, v.19, n.2, p.295-303, 2005. DOI: 10.1590/S0102-33062005000200012
- CORRÊA, S.G.; ROSA, P.S.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; BRAMMER, S.P.; VIÉGAS, J. *Comportamento meiótico de genótipos de triticale hexaplóide*. 2006. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2006/arquivos/CB_00891.rtf>. Acesso em: 1.º set. 2014.
- DAHMER, N.; SCHIFINO-WITTMANN, M.T.; DALL'AGNOL, M.; CASTRO, B. Cytogenetic data for *Paspalum notatum* Flüggé accessions. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.65, n.4, p.381-388, 2008. DOI: 10.1590/S0103-90162008000400009
- DOMINGUES, E.T.; TULMANN NETO, A.; TEÓFILO SOBRINHO, J.. Viabilidade do pólen em variedades de laranja doce. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.56, n.2, p.265-272, 1999. DOI: 10.1590/S0103-90161999000200002
- EINHARDT, P.M.; CORREA, E.R.; RASEIRA, M.C. Comparação entre métodos para testar a viabilidade de pólen de pessegueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.28, n.1, p.5-7, 2006. DOI: 10.1590/S0100-29452006000100004
- GIACOMIN, R.M. *Estabilidade genômica em triticale: relação entre comportamento meiótico e anormalidades mitóticas*. 2014. 44f. Dissertação (Mestrado em Biologia Evolutiva) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2014.

- GUERRA, D.; PACHECO, M.T.; FEDERIZZI, L.C. Analysis of self-fertilization and meiotic behavior of eleven Brazilian triticale cultivars at two sowing dates. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, v.11, n.2, p.114-124, 2011.
- LARGE, E.C. Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. *Plant Pathology*, v.3, n.4, p.128-129, 1954. DOI: 10.1111/j.1365-3059.1954.tb00716.x
- LOVE, R.M. La citología como ayuda práctica a mejoramiento de los cereales. *Revista Argentina Agronômica*, v.1, n.16, p.1-13, 1949.
- MUNHOZ, M.; LUZ, C.F.P.; MEISSNER FILHO, P.E.; BARTH, O.M.; REINERT, F. Viabilidade polínica de *Carica papaya* L.: uma comparação metodológica. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.31, n.2, p.209-214, 2008.
- NASCIMENTO JUNIOR, A. Triticale in Brazil. In: MERGOUN, M.; GOMEZ-MACPHERSON, H. (Orgs.). *Triticale improvement and production*. Roma: FAO, 2004. p.93-98.
- OETLLER, G. The fortune of a botanical curiosity – triticale: past, present and future. *Journal of Agricultural Science*, v.143, n.5, p.329-346, 2005. DOI: 10.1017/S0021859605005290
- ROSA, S.P.; CORRÊA, M.G.S.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; BRAMMER, S.P.; VIÉGAS, J. *Análise de tétrades e grãos de pólen em triticale hexaplóide*. 2006. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2006/arquivos/CB_00895.rtf>. Acesso em: 8 ago. 2014.
- SOUZA, M.M.; PEREIRA, T.N.S.; MARTINS, E.R. Microsporogênese e microgametogênese associadas ao tamanho do botão floral e da antera e viabilidade polínica em maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.26, n.6, p.1.209-1.217, 2002.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. *Solos do Rio Grande do Sul*. 2. ed. Porto Alegre: Emater, 2008. 222 p.
- TECHIO, V.H.; DAVIDE, L.C.; PEDROZO, C.A.; PEREIRA, A.V. Viabilidade dos grãos de pólen de acessos de capim-elefante, milheto e híbridos interespecíficos (capim-elefante × milheto). *Acta Scientiarum Biological Sciences*, Maringá, v.28, n.1, p.7-12, 2006. DOI: 10.4025/actasciobiolsci.v28i1.1052
- VARGAS, D.P.; VIANNA, R.A.; SILVA, S.D.A.; SOUZA, S.A.M.; CATTELAN, L.; BOBROWSKI, V.L. Viabilidade polínica de *Ricinus communis* var. IAC-80, Cafelista, Al-Preta e Al-Guarani. 2005. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2005/arquivos/CB_00316.rtf>. Acesso em: 20 jan. 2014.
- ZANOTTO, M.; BRAMMER, S.P.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; SCAGLIUSI, S.M. Viabilidade polínica como seleção assistida no programa de melhoramento genético de triticale. *Ciência e Agrotecnologia*, v.33 (Edição Especial), Lavras, p.2078-2082, 2009. DOI: 10.1590/S1413-70542009000700064
- ZINN, D.M. *Influência da aplicação de calcário e de fósforo no polimorfismo dos grãos de pólen binucleados de duas cultivares de trigo Triticum aestivum L. Thell, CNT 10 e PAT 7392*. 1992. Dissertação (Mestrado em Genética) – Programa de Pós-Graduação em Genética, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1992.