

REPETIBILIDADE NA GERMINAÇÃO PRÉ-COLHEITA EM TRIGO

, Valéria Carpentieri-Pípolo¹, Eduardo Stefani Pagliosa², Thiago Henrique Oro², Karla Bianca de Almeida Lopes², Claudemir Zuccareli³, Deoclécio Domingos Garbuglio⁴

¹Pesquisador, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo - CNPT (Embrapa Trigo), Rodovia BR 285, km 294, CEP 99001-970, Passo Fundo - RS. E-mail: valeria.pipolo@embrapa.br;

²Estudante do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, Londrina- UEL, Londrina -PR; ³ Professor, Departamento Agronomia, UEL, Londrina; ⁴Pesquisador, Instituto Agrônômico do Paraná- IAPAR, PR

As condições de ambiente, onde são cultivados trigos no Brasil, favorecem a ocorrência de chuvas no momento da colheita podendo causar, para a maior parte das cultivares, uma elevada perda do potencial de germinação e de qualidade industrial, principalmente em função da germinação dos grãos na espiga. Além das condições do ambiente, o processo de germinação na espiga, também pode ser influenciado pelo período de dormência dos cultivares (Cunha et al., 2004; Bassoi, 2004; Biddulph et al., 2005).

A germinação dos grãos na espiga do trigo é induzida a partir da absorção de água pelos grãos, logo depois da maturação completa. Trata-se de um problema que afeta tanto o produtor rural como a indústria, pois reduz o potencial de rendimento das lavouras, afetando negativamente o peso do hectolitro (Gross et al., 2002).

Da mesma forma, a busca de metodologias eficientes que propiciem maior precisão na estratificação dos genótipos deve ser investigada, devido sua utilidade na seleção de cultivares (Gavassa et al, 2012),

O coeficiente de repetibilidade é uma ferramenta altamente indicada para a determinação do número mínimo de espigas necessárias para a determinação, com alta precisão, da porcentagem de germinação dos grãos na espiga para estratificação de genótipos em programas de melhoramento de trigo.

Desta forma, este trabalho tem como objetivos: I)- avaliar a eficiência dos métodos de indução de germinação na espiga através de diferenças de resistência para esta característica, entre genótipos contrastantes de trigo; II)- obter estimativas de repetibilidade através de diferentes métodos estatísticos, com o intuito de identificar o número mínimo de espigas necessárias para uma avaliação adequada da porcentagem de germinação dos grãos na espiga..

As espigas foram provenientes de um experimento instalado em blocos casualizados, com três repetições, no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), na safra agrícola de 2012. A colheita das espigas foi realizada no estágio de pré-colheita. Avaliaram-se quatro cultivares de trigo: Frontana (resistente); IPR Catuara (moderadamente resistente); Quartzo (moderadamente resistente) e BRS 220 (sensível), contrastantes com relação à ocorrência de germinação na espiga, sendo os mesmos submetidos a três métodos de indução de germinação dos grãos na espiga, descrito abaixo: a) Imersão em água; b) Simulador de chuva; c) Câmara de Germinação. As espigas provenientes dos três métodos foram envoltas em papel toalha e colocadas em câmaras de germinação a $85\pm 3\%$ de umidade relativa e $27\pm 2^\circ\text{C}$ de temperatura e foram, posteriormente, retiradas para avaliação após seis dias. Realizou-se a avaliação da massa da espiga (ME), comprimento da espiga (CE), número de grãos por espiga (NGE), sem haver a destruição das espigas. Após o período de seis dias em câmaras de germinação as espigas foram secas e debulhadas manualmente, sendo então submetidas à contagem de grãos germinados e não germinados, individualmente para cada espiga. Através da relação entre número de grãos germinados e não germinados calculou-se a porcentagem de germinação (%G).

Uma vez que as estimativas da repetibilidade variam de acordo com a natureza da variável, com as propriedades genéticas dos genótipos e com as condições nas quais as plantas são cultivadas obtiveram-se coeficientes de repetibilidade através de quatro métodos distintos, descritos por Cruz & Regazzi (2001): Através do método da ANOVA, considera-se que o número de medidas repetidas foi igual para todos os genótipos, adotou-se o Modelo 2, descrito por Cruz & Regazzi (2001).

Houve diferença significativa apenas entre genótipos, para os caracteres massa da espiga (ME), comprimento da espiga em cm (CE) e número de grãos por espiga (NGE)

O genótipo de trigo Frontana apresentou desempenho superior aos demais genótipos, para ME, CE e NGE (Tabela 2). Franco et al. (2009) observaram diferenças entre genótipos quanto ao número de grãos por espiga, em Palotina, evidenciando a superioridade das cultivares CD 104, BRS 208 e Frontana. Da mesma forma, os autores citam que é provável que a base genética do trigo nacional, proveniente da 'Frontana', tenha transmitido um maior número de grãos por espiga para a descendência, o qual pode ter contribuído no acréscimo de rendimento de grãos dos novos cultivares.

Na Tabela 3, observa-se que a maior estratificação dos genótipos de trigo deu-se no método de indução de germinação através da imersão das espigas em água. A estratificação dos genótipos era esperada, uma vez que Frontana, IPR Catuara, Quartzo e

BRS 220 são resistente, moderadamente resistente, moderadamente sensível e sensível, respectivamente a germinação dos grãos na espiga. A diferenciação dos genótipos não pôde ser observada para os métodos de simulador de chuva e câmara de germinação, que agruparam os genótipos Frontana, IPR Catuara e Quartzo em uma mesma categoria de resposta a germinação da espiga. Após a identificação do método de imersão em água como sendo o mais apropriado para a estratificação de genitores de trigo, realizou-se a análise de repetibilidade, que pode ser observada da Tabela 4. Os coeficientes de repetibilidade (r) variaram entre 0,90 e 0,97 e os coeficientes de determinação (R^2) entre 99,64 e 99,90. A alta magnitude dos coeficientes de repetibilidade e coeficientes de determinação indicam que o modelo matemático adotado ajustou-se satisfatoriamente ao conjunto de dados. Valores altos de estimativas de repetibilidade para determinado caráter indicam que é viável predizer o valor real do indivíduo utilizando-se um número relativamente pequeno de medições, sendo que ocorre o inverso quando a repetibilidade é baixa (Cargnelutti et al., 2004). Botrel et al. (2000) afirmam que a predição do valor real em torno de 90%, ou seja, $R^2 = 90\%$, é considerada bastante satisfatória. O método baseado na ANOVA, modelo 2, apresentou estimativas menos precisas, comparada com outros métodos. De acordo com a alta precisão obtida em todos os métodos (acima de 99%), qualquer um dos métodos avaliados poderia ser indicado para a utilização da avaliação de repetibilidade, com elevada precisão. O número mínimo de espigas necessárias para que o valor real da porcentagem de germinação na espiga seria de 11, para uma precisão de 99%.

O método de indução de germinação na espiga através da imersão em água é mais eficiente na indicação de genótipos contrastantes e pode ser usado em programas de melhoramento para esta finalidade. O método de repetibilidade com base nos componentes da covariância é mais eficiente. É necessário um número mínimo de 11 espigas para uma estimativa de porcentagem de germinação dos grãos na espiga de 99% de confiabilidade.

Referências Bibliográficas

BASSOI, M.C.; FLINTHAN, J.; RIEDE, C.R.; Analysis of pre harvest sprouting in three Brazilian wheat populations. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, n.4, p583-590, 2006.

BIDDULPH, T.B.; MARES, D.J.; PLUMMER, J.A.; SETTER, T.L. Drought and high temperature increases preharvest sprouting tolerance in a genotype without grain dormancy. *Euphytica*, v.143, p.277-283, 2005.

BOTREL, M. de A.; FERREIRA, R. de P.; CRUZ, C.D.; PEREIRA, A.V.; VIANA, M.C.M.; ROCHA, R.; MIRANDA, M. Estimativas de coeficientes de repetibilidade para produção de matéria seca em cultivares de alfafa, sob diferentes ambientes. *Revista Ceres*, v.47, p.651-663, 2000.

CUNHA, G.R. et al. *Introdução ao problema da germinação na pré-colheita em trigo no Brasil*. In: CUNHA, G.R.; PIRES, J.L.F. Germinação pré-colheita em trigo. Passo Fundo: Embrapa, 2004. p.11-20.

CARGNELUTTI FILHO, A.; CASTILHOS, Z.M.S. Análise de repetibilidade de caracteres forrageiros de genótipos de *Panicum maximum*, avaliados com e sem restrição solar. *Ciência Rural*, n.34, p.723-729, 2004.

CRUZ, C.M. *Programa genes*. Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 422 p. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>>. Acesso em: 3 set. 2012.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. v.1. 480p

FRANCO, F.A.; PINTO, R.J.B.; SCAPIM, C.A.; Schuster, I.; PREDEBON, C.T.; MARCHIORO, V.S. Tolerância à germinação na espiga em cultivares de trigo colhido na maturação fisiológica. *Ciência Rural*, v.39, n.9, dez, 2009.

GAVAZZA, M.I.A.; BASSOI, M.C.; CARVALHO, T.C.; BESPALHOK FILHO, J.C.; PANOBIANCO, M. Methods for assessment of pré-harvest sprouting in wheat cultivars. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.47, n.7, p.928-933, jul. 2012.

GROOS, C.; GAY, G.; PERRETANT, M.R.; GERVAIS, L.; BERNARD, M.; DEDRYVER, F.; CHARMET, G. Study of the relationship between pre-harvest sprouting and grain color by quantitative trait loci analysis in a white×red grain bread-wheat cross. *Theoretical and Applied Genetics*, v.104, p.39-47, 2002.

Tabela 1. Quadrados médios da análise de variância (ANOVA) para os caracteres Massa da espiga (ME), Comprimento da espiga em cm (CE), Número de grãos por espiga (NGE) e Porcentagem de germinação dos grãos por espiga (%), para quatro genótipos de trigo submetidos a três diferentes formas de indução da germinação dos grãos na espiga.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		ME	CE	NGE	%G
Indução de germinação (IG)	2	0.047 ^{NS}	0.15 ^{NS}	4.21 ^{NS}	982.55**
Genótipos (G)	3	4.74**	11.40**	539.12**	7146.54**
IG x G	6	0.018 ^{NS}	0.29 ^{NS}	4.23 ^{NS}	340.77**
Resíduo	24	0.031	0.132	7.074	27.643
Média		1.45	7.15	31.14	17.46
C.V. (%)		12.15	5.09	8.54	30.11

NS, ** e *: Não significativa, significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 2. Comparação de médias entre quatro genótipos de trigo para caracteres Massa da espiga (ME), Comprimento da espiga em cm (CE) e Número de grãos por espiga (NGE).

CARACTERES	GENÓTIPOS ⁽¹⁾			
	BRS 220	QUARTZO	IPR CATUARA	FRONTANA
ME (g)	0.86 C	1.11 BC	1.32 B	2.50 A
CE (cm)	6.23 C	6.51 BC	7.13 B	8.74 A
NGE	27.54 B	28.12 B	26.21 B	42.69 A

⁽¹⁾: Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3. Efeito de três diferentes formas de indução da germinação dos grãos na espiga nos caracteres e Porcentagem de germinação dos grãos por espiga (%), em quatro genótipos de trigo.

INDUÇÃO DE GERMINAÇÃO ⁽¹⁾	GENÓTIPOS ⁽¹⁾			
	BRS 220	QUARTZO	IPR CATUARA	FRONTANA
	%G			
Imersão em água	85.02 aA	17.35 aB	6.71 aBC	1.25 aC
Simulador de chuva	56.11 bA	1.14 bB	1.20 aB	0.20 aB
Câmara de germinação	37.59 cA	1.61 bB	0.59 aB	0.81 aB

⁽¹⁾: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal, e minúsculas na vertical, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r), coeficientes de determinação (R²) e número de medições (η) para o caractere Porcentagem de germinação dos grãos por espiga (%), de quatro genótipos de trigo, cuja germinação foi induzida através do método de Imersão em água.

	MÉTODO ⁽¹⁾			
	ANOVA - 2	CPCOV	CPCOR	AECOR
r	0.9	0.97	0.93	0.93
R ²	99.64	99.9	99.77	99.75
R ²	η			
	ANOVA - 2	CPCOV	CPCOR	AECOR
0.8	1	1	1	1
0.85	1	1	1	1
0.9	1	1	1	1
0.95	3	1	2	2
0.99	11	3	7	8

⁽¹⁾: ANOVA: análise de variância; CPCOV e CPCOR: componentes principais, com base na matriz de covariância e de correlação, respectivamente; AECOR: análise estrutural, baseada na matriz de correlação.