

Efetividade de genes de resistência de trigo a oídio, safra 2005

Foto: Ana Maria B. dos Santos



Leila Maria Costamilan¹, João Carlos Felício², Aroldo Gallon Linhares³, Tatiane Dalla Nora⁴, Heraldo Rosa Feksa⁵, João Leodato Nunes Maciel⁶



Oídio de trigo pode ser controlado por meio de resistência genética em cultivares comerciais, porém o agente causal (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) apresenta especialização fisiológica. Cultivares com poucos genes de resistência exercem pressão de seleção, levando a alterações na frequência de genes na população do patógeno, tornando-o capaz de infectar cultivares consideradas resistentes em anos anteriores (Bennett, 1984; Niewoehner & Leath, 1998). Por isso, levantamentos periódicos e em larga escala da frequência de virulência da população de *B. graminis* f. sp. *tritici* são necessários para identificar genes de resistência efetivos, além de detectar alterações de virulência, diversidade genética e padrões geográficos de distribuição da população do patógeno, auxiliando na escolha de fontes de resistência para uso em programas de melhoramento genético de trigo (Niewoehner & Leath, 1998). Este trabalho teve, como objetivo, avaliar a variabilidade de populações patogênicas de *B. graminis* f. sp. *tritici* e a efetividade de genes de resistência de trigo a oídio, na safra 2005.

Trinta e três amostras de oídio em folhas de trigo (duas de São Paulo, 21 do Paraná e dez do Rio Grande do Sul) foram enviadas ao Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo), em Passo Fundo, RS, em 2005. Informações sobre locais de origem e cultivares de trigo hospedeiras encontram-se na Tabela 1.

Para isolamento e incremento de inóculo, esporos foram coletados, com o auxílio de uma espátula, a partir de lesões de oídio em amostras de folhas de trigo, e multiplicados em folhas de, aproximadamente, 30 plantas da cultivar suscetível IAS 54, de dez dias após a emergência, mantidas em um copo plástico (capacidade para 100 ml) com terra vegetal. Cada copo com as plantas foi mantido isolado dentro de câmara plástica com ventilação, durante a multiplicação do inóculo. Três isolados

¹ Pesquisador, Embrapa Trigo. Caixa Postal 451, 99001-970, Passo Fundo, RS. E-mail: leila@cnpt.embrapa.br.

² Pesquisador, Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Campinas, SP.

³ Pesquisador, Embrapa Trigo, aposentado, Passo Fundo, RS.

⁴ Pesquisador, Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (Coodetec), Cascavel, PR.

⁵ Pesquisador, Fundação Agrária de Pesquisas Agrícolas (FAPA), Entre Rios, PR.

⁶ Pesquisador, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

monopustulares foram obtidos de cada amostra e multiplicados separadamente várias vezes, para incremento de inóculo. A seguir, os isolados foram inoculados separadamente em um conjunto de plantas de trigo da série diferencial para identificação de patótipos de *B. graminis* f. sp. *tritici*, (Clarkson, 2000), enviado pela empresa Nickersons Seeds, Inglaterra, em 2002 (protocolo CENARGEN nº 245/01), com oito a dez dias após a germinação, mediante agitação de folhas infectadas de IAS 54. A série diferencial foi composta por 16 genótipos, identificadas na Tabela 2 com seus respectivos genes ou combinação de genes conhecidos para resistência a oídio (McIntosh et al., 2003), além da testemunha suscetível IAS 54. Cada conjunto (série diferencial e testemunha suscetível) foi mantido isolado dentro de câmaras recobertas com tecido de algodão. A leitura da reação ocorreu entre sete e 14 dias após a inoculação, usando-se escala abrangendo valores de 0 a 5 (Reis et al., 1979, adaptada por Costamilan, 2002), apresentada na Tabela 3. Foram considerados resistentes os genótipos que apresentaram reação até valor “2+”. Os testes foram realizados em casa de vegetação, com temperatura variando entre 18 °C e 30 °C.

Na Figura 1 encontra-se a frequência de virulência por gene *Pm* de todas as amostras analisadas neste estudo. Apenas o gene *Pm4a* manteve-se totalmente efetivo a todos os isolados. Apresentaram-se totalmente inefetivos (com suscetibilidade a todos os isolados) os genes *Pm3b*, *Pm3c*, *Pm5*, *Pm6* e as combinações *Pm2+6* e *Pm2+4b+8*. Apresentaram baixa efetividade (igual ou superior a 90% de suscetibilidade) os genes *Pm1a*, *Pm3d*, *Pm7* e *Pm8*. O gene *Pm4b* apresentou efetividade para, aproximadamente, metade da população estudada, e o gene *Pm17* somente apresentou desenvolvimento de doença em 13% das amostras.

Nessas populações, foram identificados 20 patótipos que apresentaram diferentes combinações de reações de resistência ou suscetibilidade para cada gene testado do conjunto da série diferencial. As fórmulas de virulência mais frequentemente encontradas, respondendo por 62% da variação, foram *4a*, *17* (efetivos) / *1a*, *2*, *3a*, *3b*, *3c*, *3d*, *4b*, *5*, *6*, *7*, *8*, *2+6*, *1a+2+9*, *2+4b+8* (não efetivos) (30%); *4a*, *4b*, *17* (efetivos) / *1a*, *2*, *3a*, *3b*, *3c*, *3d*, *5*, *6*, *7*, *8*, *2+6*, *1a+2+9*, *2+4b+8* (não efetivos) (17%); e *2*, *4a*, *4b*, *17* (efetivos) / *1a*, *3a*, *3b*, *3c*, *3d*, *5*, *6*, *7*, *8*, *2+6*, *1a+2+9*, *2+4b+8* (não efetivos) (15%).

O número mais freqüente de genes inefetivos foi 14, em 37% das amostras, seguido por 13 e 12 genes inefetivos, ambos em 23% das amostras. O patótipo com menor número de genes com reação compatível foi de nove, e a maior, de 15 genes inefetivos.

Pelo exposto, concluímos que, para a população patogênica de *B. graminis* f. sp. *tritici* avaliada em 2005, foi efetivo para resistência o gene de trigo *Pm4a* e que a maior parte das amostras (86%) da população do patógeno continha entre 12 e 14 genes de virulência com reação compatível com os genes de resistência a oídio em trigo. A existência de combinações de virulências tão complexas é consequência da alta capacidade de geração de variabilidade deste patógeno.

Comparando-se estas observações com resultados obtidos nas três últimas safras de trigo, observamos que alguns genes perderam a efetividade, como *Pm1* e *Pm2*, a partir de 2002, e que apenas o gene *Pm4a* vem mantendo a reação de resistência a todas as populações de *B. graminis* f. sp. *tritici* estudadas, ao longo dos anos (Costamilan, 2003, 2005a e 2005b).

Tabela 1. Origem de amostras de populações de oídio de trigo de 2005 e fórmulas de virulência. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2006.

Efetivo	Fórmula de virulência		Nº amostras	Frequência (%)	Local de coleta e genótipo
		Não efetivo			
4a, 17	1a, 2, 3a, 3b, 3c, 3d, 4b, 5, 6, 7, 8, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8		13	30	Cascavel (PR), CD 106 Santa Teresa (PR), PF 280295 Espigão Azul (PR), IWT 04049, IWT 05001, Frontana Campo Mourão (PR), CD FAPA. CD 113, BRS 208, PF 980295, CD 113 Coxilha (RS), CD 114, BRS Umbu, BR 23
4a, 4b, 17	1a, 2, 3a, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 7, 8, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8		10	17	Cascavel (PR), CD 113, CD 109, CD 106 Espigão Azul (PR), IWT 05001, BRS 210 Campo Mourão (PR), BRS 208, CD 111 Coxilha (RS), CD 113, CD 114, s.i.
2, 4a, 4b, 17	1a, 3a, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 7, 8, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8		6	15	Campinas (SP), IAC 370 Três de Maio (RS), s.i. Cascavel (PR), CD 113, CD 109 Espigão Azul (PR), IWT 05013 Campo Mourão (PR), BRS 210 Coxilha (RS), BRS Louro
4a, 4b	1a, 2, 3a, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 7, 8, 17, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8		3	7	Campo Mourão (PR), BRS 210, CD 111 Coxilha (RS), CD 105
3a, 4a, 17, 1a+2+9	1a, 2, 3b, 3c, 3d, 4b, 5, 6, 7, 8, 2+6, 2+4b+8		3	5	Capão Bonito (SP), IAC 370 Cascavel (PR), CD 110, CD 105
2, 4a, 17	1a, 3a, 3b, 3c, 3d, 4b, 5, 6, 7, 8, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8		2	5	Campinas (SP), IAC 370 Cascavel (PR), CD 115
3a, 4a, 4b, 17, 1a+2+9	1a, 2, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 7, 8, 2+6, 2+4b+8		3	5	Cascavel (PR), CD 110 Campo Mourão (PR), CD 193 Coxilha (RS), CEP 24
4a	1a, 2, 3a, 3b, 3c, 3d, 4b, 5, 6, 7, 8, 17, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8		1	3	s.i. (PR), Embrapa 40
2, 3d, 4a, 4b, 7, 17, 1a+2+9	1a, 3a, 3b, 3c, 5, 6, 8, 2+6, 2+4b+8		1	1	Capão Bonito (SP), IAC 370
2, 4a, 7, 17, 1a+2+9	1a, 3a, 3b, 3c, 3d, 4b, 5, 6, 8, 2+6, 2+4b+8		1	1	Capão Bonito (SP), IAC 370
2, 4a, 17, 1a+2+9	1a, 3a, 3b, 3c, 3d, 4b, 5, 6, 7, 8, 2+6, 2+4b+8		1	1	Cascavel (PR), CD FAPA 116
2, 3a, 4a, 1a+2+9	1a, 3b, 3c, 3d, 4b, 5, 6, 7, 8, 17, 2+6, 2+4b+8		1	1	Cascavel (PR), CD FAPA 116
2, 3a, 4a, 4b, 17, 1a+2+9	1a, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 7, 8, 2+6, 2+4b+8		1	1	Cascavel (PR), CD FAPA 116
4a, 4b, 1a+2+9	1a, 2, 3a, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 7, 8, 17, 2+6, 2+4b+8		1	1	Cascavel (PR), CD FAPA 110
3a, 3d, 4a, 4b, 7, 1a+2+9	1a, 2, 3b, 3c, 5, 6, 8, 17, 2+6, 2+4b+8		1	1	Campo Mourão (PR), CD 193
3d, 4a, 4b, 7, 17	1a, 2, 3a, 3b, 3c, 5, 6, 8, 17, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8		1	1	Campo Mourão (PR), PF 980295
3a, 3d, 4a, 17, 1a+2+9	1a, 2, 3b, 3c, 4b, 5, 6, 7, 8, 2+6, 2+4b+8		1	1	Coxilha (RS), CEP 24
1a, 3a, 4a, 4b, 17, 1a+2+9	2, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 7, 8, 2+6, 2+4b+8		1	1	Coxilha (RS), BRS Timbaúva
1a, 4a, 4b, 7, 8, 17, 1a+2+9	2, 3a, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 2+6, 2+4b+8		1	1	Coxilha (RS), BRS Timbaúva
1a, 3a, 4a, 17	2, 3b, 3c, 3d, 4b, 5, 6, 7, 8, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8		1	1	Coxilha (RS), BRS Timbaúva

s.i. – sem identificação.

Tabela 2. Genótipos da série diferencial para identificação de patótipos de *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. 2006.

Série diferencial	Gene de resistência	Espécie de origem
Axminster/8*Chancellor ^a	<i>Pm1a</i>	<i>Triticum aestivum</i>
Ulka/8*Chancellor ^a	<i>Pm2</i>	<i>T. aestivum</i>
Asosan/8*Chancellor ^a	<i>Pm3a</i>	<i>T. aestivum</i>
Chul/8*Chancellor ^a	<i>Pm3b</i>	<i>T. aestivum</i>
Sonora/8*Chancellor ^a	<i>Pm3c</i>	<i>T. aestivum</i>
Ralle	<i>Pm3d</i>	<i>T. aestivum</i>
Khapli/8*Chancellor ^a	<i>Pm4a</i>	<i>Triticum dicoccum</i>
Ronos	<i>Pm4b</i>	<i>Triticum carthlicum</i>
Rektor	<i>Pm5</i>	<i>T. dicoccum</i>
NK747	<i>Pm6</i>	<i>Triticum timopheevi</i>
Transfed	<i>Pm7</i>	<i>Secale cereale</i>
Disponent	<i>Pm8</i>	<i>S. cereale</i>
Amigo	<i>Pm17</i>	<i>T. aestivum</i>
Maris Huntsman	<i>Pm2+6</i>	<i>T. timopheevi</i>
Apollo	<i>Pm2+4b+8</i>	<i>T. aestivum</i>
Normandie	<i>Pm1a+2+9</i>	<i>T. aestivum</i>

* Linhas quase-isogênicas formadas a partir da base genética suscetível da cultivar de trigo Chancellor.

Tabela 3. Escala de avaliação da reação de genótipos de trigo a oídio

Nota*	Descrição
0	não são observadas pústulas
0; (zero ponto-e-vírgula)	uma pústula pequena, somente na base da planta
tr (traços)	até três pústulas pequenas, somente na base da planta
1	início de desenvolvimento de pústulas pequenas nas folhas
2-	início de desenvolvimento de pústulas pequenas nas folhas, algumas pústulas na base da planta
2	poucas pústulas pequenas, pouco produtivas de conídios, nas folhas
2+	pústulas pequenas em pequeno número, pouco produtivas de conídios, distribuídas nas folhas e na base da planta
3-	pústulas pequenas em grande número, muito produtivas de conídios, em toda a planta
3	pústulas médias em grande número, muito produtivas de conídios, em toda a planta
3+	pústulas grandes, muito produtivas de conídios, em grande número, em toda a planta
4	recobrimento quase total da planta com pústulas muito produtivas de conídios
5	recobrimento total da planta com pústulas muito produtivas de conídios

*Notas 0 a 2+ indicam reação de resistência; notas 3- a 5 indicam reação de suscetibilidade.

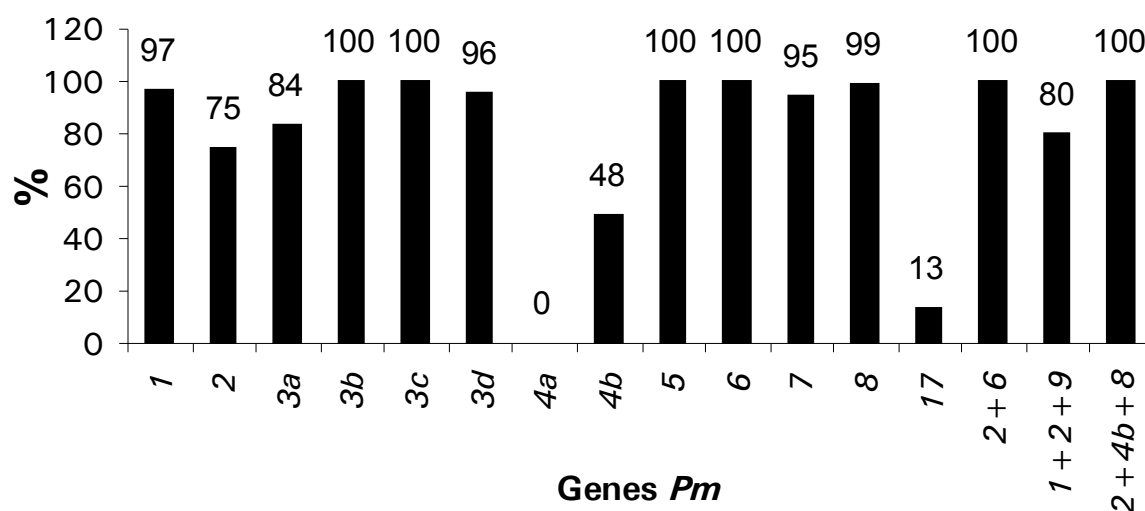


Fig. 1. Freqüência de virulência de isolados de oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*), coletados na safra 2005, em genes de resistência *Pm* de trigo. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2006.

Referências bibliográficas

BENNETT, F. G. A. Resistance to powdery mildew in wheat: a review of its use in agriculture and breeding programmes. **Plant Pathology**, v. 33, p. 279-300, 1984.

CLARKSON, J. D. S. Virulence survey report for wheat powdery mildew in Europe, 1996-1998. **Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin**, v. 28, 2000. Disponível em: <www.crpmb.org>.

COSTAMILAN, L. M. **Metodologias para estudo de resistência genética de trigo e de cevada a oídio**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 18 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 14). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do14.htm>.

COSTAMILAN, L. M. Efetividade de genes de resistência de trigo a oídio, em 2002. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. S269, ago. 2003. Suplemento, ref. 323. Edição dos Resumos do XXXVI Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Uberlândia, ago. 2003.

COSTAMILAN, L. M. Variability of the wheat powdery mildew pathogen *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* in the 2003 crop season. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 420-422, 2005a.

COSTAMILAN, L. M. Efetividade de genes de resistência de trigo a oídio, safra 2004. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p. S111, ago. 2005b. Suplemento, ref. 333. Edição dos Resumos do XXXVIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Brasília, DF, ago. 2005.

MCINTOSH, R. A.; YAMAZAKI, Y.; DEVOS, K. M.; DUBCOWSKY, J.; ROGERS, W. J.; APPELS, R. **MacGene**: catalogue of gene symbols for wheat. 2003. 1 CD ROM. Distributed at the 10th International Wheat Genetics Symposium Paestum, Itália, 2003. Disponível em: <<http://wheat.pw.usda.gov/ggpages/wgc/2003>>.

NIEWOEHNER, A. S.; LEATH, S. Virulence of *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* on winter wheat in the eastern United States. **Plant Disease**, v. 82, p. 64-68, 1998.

REIS, E. M.; MINELLA, E.; BAIER, A. C.; SANTOS, H. P. dos. Reação de cultivares e linhagens de trigo a *Erysiphe graminis* (DC) f. sp. *tritici* Marchall. **Summa Phytopathologica**, v. 5, p. 52-64, 1979.

Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio técnico de Joacélia Colla (Embrapa Trigo).



**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**



Comitê de Publicações da Unidade Presidente: **Leandro Vargas**

Ana Lúcia V. Bonato, José A. Portella, Leila M. Costamilan, Márcia S. Chaves, Maria Imaculada P. M. Lima, Paulo Roberto V. da S. Pereira, Rainoldo A. Kochhann, Rita Maria A. de Moraes

Expediente Referências bibliográficas: Maria Regina Martins

Editoração eletrônica: Márcia Barrocas Moreira Pimentel

COSTAMILAN, L. M.; FELICIO, J. C.; LINHARES, A. G.; DALLA NORA, T.; FEKSA, H. R.; MACIEL, J. L. N. **Efetividade de genes de resistência de trigo a oídio, safra 2005**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 73). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do73.htm