

Reação de genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao BYDV-PAV, agente causal do nanismo amarelo: análise de dados do ano de 2012

Foto: Douglas Lau



Douglas Lau¹
Paulo Roberto Valle da Silva Pereira¹
Ricardo Lima de Castro¹
Pedro Luiz Scheeren¹
Eduardo Caierão¹
Márcio Só e Silva¹

Introdução

Entre as viroses que ocorrem em cereais de inverno, o nanismo amarelo, causado por espécies de *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) e *Cereal yellow dwarf virus* (CYDV), é uma das principais. No Brasil, esta doença foi descrita pela primeira vez em 1968 (CAETANO, 1968). Nos anos 1970, a principal espécie vetora de BYDV para o trigo era *Metopolophium dirhodum* (Walker, 1849) (CAETANO, 1972). Atualmente, *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) tem sido a espécie de afídeo vetora de B/CYDVs mais abundante na região sul-brasileira, e BYDV-PAV (eficientemente transmitida por *R. padi*), a espécie do vírus predominante em cereais de inverno nessa região (PARIZOTO et al., 2013).

A reação de plantas a vírus pode ser dividida em resistência e tolerância. A resistência, em seu sentido mais estrito, ocorre quando a planta hospedeira, por meio de mecanismos diversos, interfere em qualquer etapa do ciclo infeccioso (por exemplo, na replicação ou no movimento do vírus na planta), retardando seu progresso. A tolerância ocorre quando a planta, mesmo sendo infectada pelo vírus, não sofre danos (sintomas e redução de produtividade) (COOPER; JONES, 1983). Na interação trigo-B/CYDVs, a tolerância parece ser um fenômeno mais comum, embora muitas avaliações realizadas a campo não permitam precisar qual dos dois fenômenos está envolvido (BURNETT et al., 1995). Por meio de estudos que comparam a incidência da doença e nível de infecção da planta (título viral no hospedeiro) com a expressão de sintomas e redução da produtividade, tem sido demonstrada a existência de tolerância a BYDV em genótipos de trigo brasileiros (BARBIERI et al., 2001;

¹Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

BIANCHIN, 2008; CAETANO, 1972; CEZARE et al., 2011). A herdabilidade desta característica permite que a mesma seja incorporada em programas de melhoramento (BARBIERI et al., 2001).

Considerando a importância da resistência/tolerância genética no manejo do nanismo amarelo, é fundamental caracterizar a reação de genótipos de trigo a serem lançados no mercado, para auxiliar na tomada de decisão quanto ao seu emprego. Neste contexto, este ensaio objetivou determinar as reações ao BYDV-PAV de linhagens de trigo pertencentes ao programa de melhoramento da Embrapa Trigo em avaliação no ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU) no ano de 2012.

Material e métodos

Material vegetal

Foram avaliados 36 genótipos de trigo no ensaio: 31 linhagens do programa de melhoramento da Embrapa Trigo, quatro testemunhas padrão dos ensaios com BYDV (BRS Timbaúva e BR 35, como genótipos tolerantes, e Embrapa 16 e BR 14, como genótipos intolerantes) e a cultivar de trigo BRS Parrudo.

Vetor e vírus

O vetor utilizado foi o afídeo *R. padi*. As colônias avirulíferas deste afídeo vêm sendo mantidas em câmara de crescimento do insetário da Embrapa Trigo desde dezembro de 2006. O isolado viral utilizado, denominado 40Rp, pertence à espécie BYDV-PAV. Este isolado, originário de aveia, foi coletado em Passo Fundo em julho de 2007, sendo mantido em câmara do insetário da Embrapa Trigo.

O inóculo foi multiplicado a partir de uma planta mantenedora do isolado viral. Para isto, indivíduos de *R. padi* foram utilizados na aquisição do vírus e na inoculação de plantas de aveia. Após a inoculação, as plantas de aveia foram mantidas em telado para se desenvolverem e multiplicarem o vírus. A confirmação da infecção por BYDV-PAV foi realizada por meio de DAS-ELISA (antissoros Agdia Inc. Elkhart, EUA).

Para a obtenção de colônias de afídeos virulíferos, as plantas de aveia soropositivas foram transferidas para câmaras de criação e aí mantidas até que a população de afídeos atingisse nível suficiente para se realizar a inoculação. No momento da inoculação, as plantas foram cortadas e fragmentos foliares com afídeos foram transferidos para as plantas a serem inoculadas.

Ensaio

O ensaio foi realizado em telado da Embrapa Trigo, entre julho e novembro de 2012. Sementes das cultivares e linhagens de trigo foram semeadas em 11 de julho em baldes plásticos brancos com capacidade de 7 litros, mantendo-se cinco plantas por vaso. Para cada genótipo de trigo, um conjunto de cinco vasos foi submetido à inoculação, por meio de infestação com indivíduos de *R. padi* virulíferos. A infestação foi realizada em compartimento antiafídeo. Outro conjunto de cinco vasos, não submetido à inoculação, permaneceu no telado, servindo como testemunha do padrão de desenvolvimento e do potencial produtivo dos genótipos de trigo em avaliação. A inoculação foi realizada em 26 de julho quando as plantas apresentavam duas folhas expandidas. Para a inoculação, cada uma das plantas recebeu um fragmento de folha, com 10 pulgões, o qual foi posicionado na forquilha formada entre as folhas. Dois dias após, foi realizada reinfestação nas plantas contendo menos de 10 pulgões. O período para a transmissão do vírus foi de uma semana, após o que foi aplicada a mistura formulada

de princípios ativos inseticidas (lambda-cialotrina + tiametoxam) para eliminar os afídeos. A aplicação também foi realizada no conjunto de vasos não inoculados. Os vasos submetidos à inoculação retornaram para o telado. Para cada genótipo em avaliação, foram formados cinco pares compostos por um vaso inoculado e um vaso não inoculado. Os pares foram distribuídos aleatoriamente na área do telado.

Nitrogênio em cobertura foi aplicado em forma de ureia (80 kg/ha) no estágio de afillamento. Ao longo do ensaio, foram aplicados inseticidas e fungicidas para evitar a ocorrência de insetos e de doenças. A colheita de grãos ocorreu em novembro de 2012.

Avaliações

A avaliação visual dos sintomas foi realizada em 01 de outubro de 2012 (estádio de Floração/Espigamento). O dano à massa da parte aérea foi estimado por comparação entre o conjunto de plantas inoculadas e o conjunto de plantas não inoculadas para cada um dos cinco pares de vasos de cada genótipo. Foram atribuídas notas de acordo com a seguinte escala: (1) Resistente (R) = 0 a 20% de dano; (2) Moderadamente Resistente (MR) = 21 a 40%; (3) Moderadamente Suscetível (MS) = 41 a 60%; (4) Suscetível (S) = 61 a 80%; e (5) Altamente Suscetível (AS) = danos superiores a 81%. Adotou-se, neste trabalho, o binômio Resistência/Suscetibilidade e não Tolerância/Intolerância, posto que as informações técnicas brasileiras contendo a reação de cultivares a esta virose, em sua maioria, fazem uso desta nomenclatura (REUNIÃO... 2013).

Os grãos das plantas de cada vaso foram colhidos separadamente, sendo determinado o peso total de grãos para cada repetição (vaso). Como ocorreram alguns casos de repetições com morte de plantas ou presença de plantas atípicas, as comparações foram realizadas utilizando-se o peso de grãos produzido por planta (g/planta). O dano causado por BYDV-PAV sobre produção de grãos foi estimado para cada genótipo comparando-se o tratamento “Plantas Inoculadas” com o tratamento “Plantas Não Inoculadas”, conforme a fórmula:

Dano (%) = $(NI - I)/(NI) \times 100$, onde:

NI = peso de grãos/planta para o tratamento “Plantas Não Inoculadas”

I = peso de grãos/planta para o tratamento “Plantas Inoculadas”

Resultados e discussão

Todos os genótipos avaliados apresentaram sintomas, com notas variando entre 1,5 (R/MR) a 5 (AS) dependendo do genótipo/repetição (Tabela 1). Para a maioria dos genótipos, houve variação na nota atribuída entre as repetições. Nos casos mais severos, as plantas inoculadas exibiram amarelecimento do limbo foliar, redução da estatura, redução da massa da parte aérea, redução do número de espigas e atraso no desenvolvimento (Figura 1). A ocorrência generalizada de sintomas indica que todos os genótipos foram infectados pelo vírus. Para estimativa mais precisa do nível de suscetibilidade/resistência, seria necessário avaliar a taxa de multiplicação do vírus nos tecidos das plantas, o que não foi realizado neste trabalho.

Tabela 1. Avaliação visual da reação de genótipos de trigo ao BYDV-PAV, agente causal do nanismo amarelo. Passo Fundo, 2012.

Genótipo	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	Média
BRS Parrudo	2	2,5	3,5	2,5	1,5	2,4
BR 35	3	2,5	2	2,5	2	2,4
PF 090056	3	2,5	2,5	2,5	2	2,5
PF 070475	3	2,5	3,5	2	2	2,6
PF 080656	2,5	3	2,5	2,5	3	2,7
PF 080719	2,5	3,5	3,5	2,5	2	2,8
PF 080680	4	4	2,5	2	2	2,9
PF 080740	3,5	2,5	3	2,5	3	2,9
BRS Timbaúva	2,5	3,5	3	2,5	3,5	3
PF 080251	2,5	3	3	3	3,5	3
PF 080729	2	3	3,5	3	3,5	3
PF 060451	3	3,5	3	4	2	3,1
PF 090639	3	3	2,5	3,5	3,5	3,1
PF 090640	3	3,5	4	3,5	2	3,2
PF 090149	3,5	3	3	3,5	3	3,2
PF 080769	3	3	3	3	4	3,2
PF 090625	3	4	3	2	4,5	3,3
PF 080314	3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4
PF 090700	3,5	4	3,5	4	3	3,6
PF 090693	4	3	4	3,5	3,5	3,6
PF 090156	3,5	3,5	4	4	3,5	3,7
PF 070759	3	3,5	4	4	4	3,7
PF 090666	4	5	2,5	4	3,5	3,8
PF 070765	4	4	3,5	4	3,5	3,8
PF 090702	4	4	3,5	3,5	4	3,8
PF 080748	4	5	3,5	4	3	3,9
PF 090686	3,5	5	4	3	4	3,9
PF 080310	4	4	4	4	4	4
PF 080735	4	4	4	4	4	4
PF 070806	3,5	4	5	4	4	4,1
PF 070226	3	4	4,5	4	5	4,1
Embrapa 16	5	5	4	4,5	3	4,3
PF 080763	5	5	4	4	3,5	4,3
PF 080399	4	4	4,5	5	4	4,3
PF 070496	4,5	4	5	4,5	4	4,4
BR 14	4,5	4	4,5	5	4	4,4
Média	3,4	3,6	3,5	3,4	3,3	3,5

Legenda das células:

	Nota	Dano%
R	1	0-20
R/MR	1,5	
MR	2	21-40
MR/MS	2,5	
MS	3	41-60
MS/S	3,5	
S	4	61-80
S/AS	4,5	
AS	5	81-100

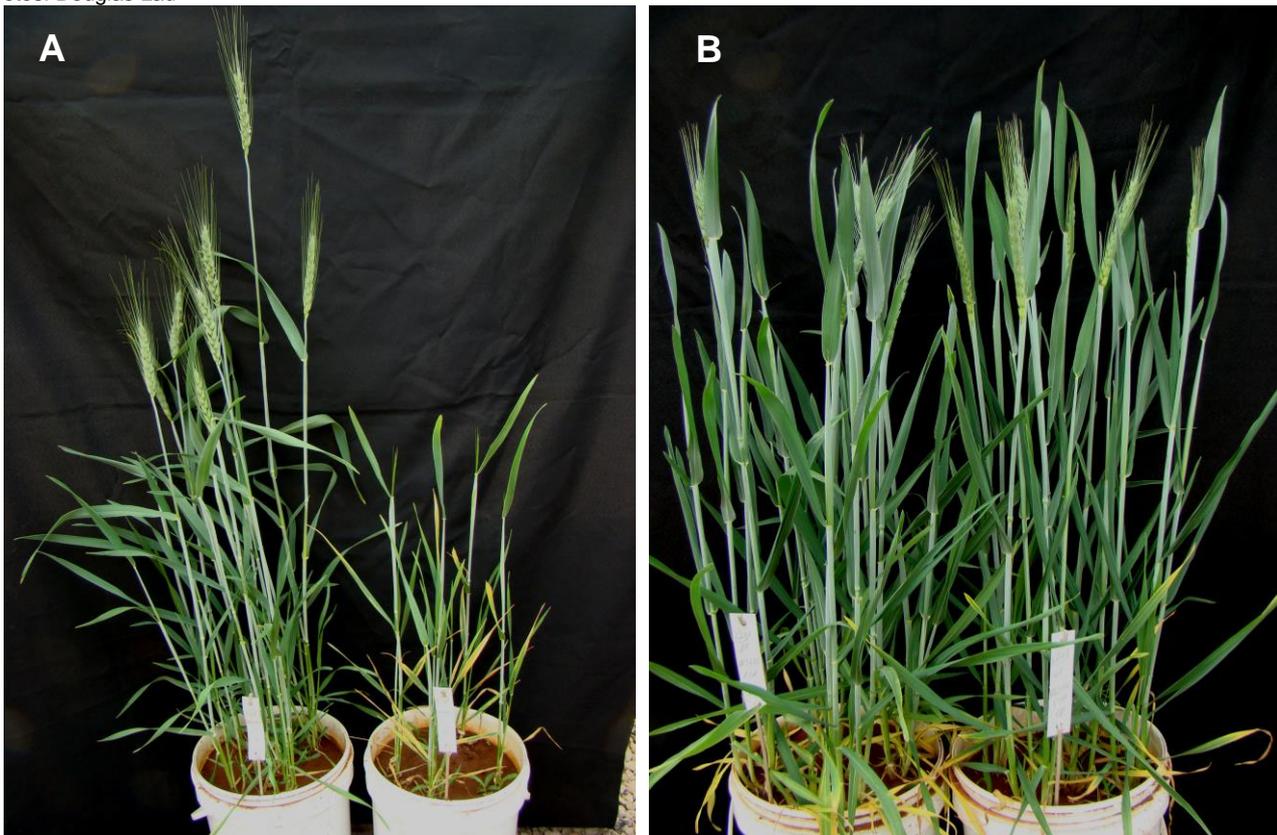


Figura 1. Reação de genótipos de trigo ao BYDV-PAV, agente causal do nanismo amarelo. A) Genótipo Suscetível/Intolerante. B) Genótipo Resistente/Tolerante. Em cada foto, o vaso à esquerda contém plantas não inoculadas e o vaso à direita contém plantas inoculadas com o vírus. Observar redução do porte de plantas e amarelecimento evidentes no genótipo intolerante (A).

Os danos médios à produtividade de grãos, causados por BYDV-PAV, foram de 58,6%. Considerando todas as repetições, a distribuição de frequência foi: Danos 0 a 20% = 1,7%; 21 a 40% = 11,1%; 41 a 60% = 44,4%; 61 a 80% = 40,0%, e 81 a 100% = 2,8%. Considerando os danos médios de cada genótipo, a maior redução observada foi de 79,5% (em PF 090693) e a menor, de 43,0% (em PF 080740) (Tabela 2).

Para a variável produtividade de grãos, a correlação entre o conjunto de plantas não inoculadas e o conjunto de plantas inoculadas foi de 0,22 e a correlação destes dois grupos com o dano estimado foi de -0,65 (para plantas inoculadas) e 0,54 (para plantas não inoculadas). Portanto, a maior parte do dano decorreu da redução da produção nas plantas inoculadas, embora plantas mais produtivas tendam a ter maiores danos.

Os genótipos com danos acima da média +1 desvio padrão ($>X+1s$) do grupo de genótipos analisados foram Embrapa 16 (testemunha), PF 070496, PF 090666, BR 14 (testemunha) e PF 090693 (Tabela 2 e Figura 2). Com notas visuais em sua maioria S e apenas um caso MS/S, indicando severo efeito da virose, este grupo caracterizou-se por plantas inoculadas com produtividade de grãos muito abaixo da média (2,4 g/planta contra média de 3,4 g/planta) e produtividade de grãos das plantas não inoculadas próxima da média (8,3 g/planta contra média de 8,2 g/planta). A linhagem PF 070496 apresentou comportamento distinto de avaliações anteriores, fato que, em conjunto com outras características morfológicas das plantas, sugere erro de identificação.

Tabela 2. Genótipos de trigo, genealogia, produtividade, dano e reação ao BYDV-PAV, agente causal do nanismo amarelo. Passo Fundo, 2012.

Genótipo	Genealogia	I	NI	Dano %	Nota
PF 080740	PF 980218/PF 990604	4,4	7,7	43,0	2,9
PF 080251	BRS194/IPF64768//PF990607/BR32	3,7	7,0	46,7	3
PF 090640	WT 98109/TB 0001	3,9	7,3	47,0	3,2
BRS Parrudo	WT 98109/TB 0001	4,1	7,9	48,0	2,4
PF 080656	BRS 220*2/PF 980533	3,6	7,0	48,5	2,7
PF 090625	PF 001237/PF 980560	3,9	7,6	49,0	3,3
PF 070806	TB 951/TB 941//BRS 179	3,1	6,3	50,6	4,1
PF 080719	BRS 220*2/PF 980533	3,4	7,0	50,9	2,8
PF 060451	PF 93232/LR 37 (=COOK*4/VPM 1)//PF 990605	4,1	8,6	52,1	3,1
PF 090702	CD 104/BRS 194	4,5	9,4	52,7	3,8
PF 090149	PF 980188/OR1	4,3	9,2	53,5	3,2
BRS Timbaúva	BR32/PF869120	3,8	8,3	54,5	3
PF 080729	TB 0001//BUCK PANADERO/PF 980583	2,9	6,4	55,0	3
PF 080769	BRS GUAMIRIM SEL=EMB 27//BUCK NANDU//PF 93159	3,8	8,7	56,1	3,2
PF 090056	PF 990605/BRS 194//CEP 24/BRS 220	3,9	8,9	56,2	2,5
PF 080680	PF 020704/PF 980218	3,2	7,3	56,4	2,9
BR 35	IAC5*2/3/CNT7*3/Londrina//IAC5/Hadden	3,6	8,4	57,4	2,4
PF 070475	WT 98109/TB 0001	3,5	8,5	58,7	2,6
PF 090639	WT 98109/TB 0001	3,4	8,2	59,0	3,1
PF 080314	PF 980533/PF 970227//BRS GUAMIRIM	3,6	8,9	59,9	3,4
PF 080399	BRS 179/PF 980560//Ônix	3,3	8,5	60,8	4,3
PF 070765	PF 990601/PF 980124	3,8	9,7	61,1	3,8
PF 070759	PF 980229/3/PF 93232/LR 37(=COOK*4/VPM 1)//PF 940374	3,4	8,9	61,8	3,7
PF 080735	BRS GUAMIRIM/3/PF 980233//BUCK PANADERO/PF 001239	3,0	7,9	62,5	4
PF 080748	PF 980218/PF 990604	3,1	8,4	63,4	3,9
PF 090700	PF 973072/3/PF 990601//PF 940347/EMB 16	3,7	10,3	63,7	3,6
PF 080763	TB 951/TB 941//BRS 179	2,9	8,3	64,4	4,3
PF 070226	RUBI/TB 951	2,7	7,8	65,1	4,1
PF 090156	PF 980533/PF 980560	2,5	7,2	65,4	3,7
PF 080310	PF 980533/PF 970227//BRS GUAMIRIM	3,2	9,4	65,7	4
PF 090686	BRS 208 SEL=CPAC 89118/BR 23//CEP 19/PF 85490	3,0	8,9	66,5	3,9
Embrapa 16	Hulha Negra/CNT7//Amigo/CNT7	2,5	7,8	68,2	4,3
PF 070496	WT 98109/TB 0001	2,4	7,5	68,2	4,4
PF 090666	PF 980233//BUCK PANADERO/PF 001239	2,8	9,3	69,5	3,8
BR 14	IAS63/Alondra Sib//Gaboto/Lagoa Vermelha	1,9	6,4	69,6	4,4
PF 090693	BRS GUAMIRIM*2/PF 980244	2,1	10,5	79,5	3,6
Média		3,4	8,2	58,6	3,5

I - produtividade (g/planta) para o tratamento "plantas inoculadas";

NI - produtividade (g/planta) para o tratamento "plantas não inoculadas";

Dano (%) = $(NI - I)/(NI) \times 100$;

Nota - dano visual na massa da parte aérea, comparando-se plantas inoculadas com as não inoculadas;

Cores das células para I e NI - vermelho (menor que média - 1 desvio padrão); laranja (entre a média e -1 desvio padrão); amarelo (entre a média e +1 desvio padrão); e verde (maior que a média +1 desvio padrão). Para Dano (%) - células em vermelho (maior que a média+1 desvio padrão); laranja (entre a média e +1 desvio padrão); amarelo (entre a média e -1 desvio padrão); e verde (menor que a média -1 desvio padrão).

Para nota visual:

Nota	
R	1
R/MR	1,5
MR	2
MR/MS	2,5
MS	3
MS/S	3,5
S	4
S/AS	4,5
AS	5

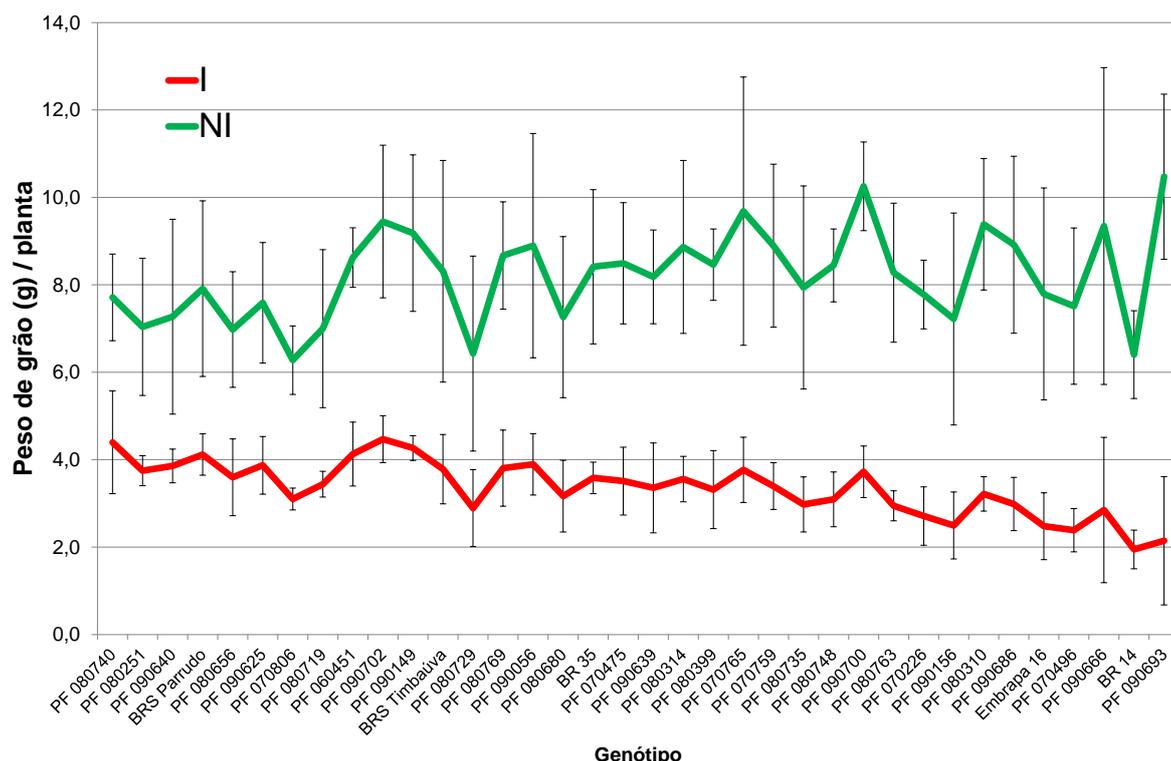


Figura 2. Produtividade comparativa de grãos (g/planta) de plantas de trigo inoculadas com BYDV-PAV (linha vermelha) em relação às não inoculadas (linha verde). Barras verticais correspondem ao desvio padrão da média, por genótipo. Passo Fundo, 2012.

O grupo formado pelos genótipos com danos entre a média e +1 desvio padrão ($>X$ e $< X+1s$) foram PF 070475, PF 090639, PF 080314, PF 080399, PF 070765, PF 070759, PF 080735, PF 080748, PF 090700, PF 080763, PF 070226, PF 090156, PF 080310 e PF 090686 (Tabela 2 e Fig. 2). A maioria dos genótipos deste grupo apresentou notas visuais entre MS/S e S, à exceção de PF 070475 (MR/MS) e PF 090639 (MS). Este grupo apresentou produtividade de grãos das plantas inoculadas próxima da média (3,2 g/planta contra média de 3,4 g/planta) e produtividade de grãos das plantas não inoculadas pouco acima da média (8,6 g/planta contra média de 8,2 g/planta).

O grupo formado pelos genótipos com danos entre a média e -1 desvio padrão ($<X$ e $>X-1s$) foram PF 070806, PF 080719, PF 060451, PF 090702, PF 090149, BRS Timbaúva, PF 080729, PF 080769, PF 090056, PF 080680 e BR 35 (Tabela 2 e Fig. 2). A maioria dos genótipos deste grupo apresentou notas visuais MS e S, à exceção de PF 070806 e PF 090702 (S) e de BR 35 e PF 090056 (MR/MS). Este grupo apresentou produtividade de grãos das plantas inoculadas acima da média (3,7 g/planta contra média de 3,4 g/planta) e produtividade de grãos das plantas não inoculadas próxima a da média (8,0 g/planta contra média de 8,2 g/planta).

Os genótipos com danos abaixo da média -1 desvio padrão ($<X-1s$) do grupo de genótipos analisados foram PF 080740, PF 080251, PF 090640, BRS Parrudo, PF 080656 e PF 090625 (Tabela 2 e Figura 2). Com notas visuais entre MR/MS e MS/S, este grupo caracterizou-se por produtividade de grãos das plantas inoculadas acima da média (3,9 g/planta contra média de 3,4 g/planta) e produtividade de grãos das plantas não inoculadas abaixo da média (7,4 g/planta contra média de 8,2 g/planta).

Referências

- BARBIERI, R. L.; CARVALHO, F. I. F.; BARBOSA-NETO, J. F.; CAETANO, V. R.; MARCHIORO, V. S.; AZEVEDO, R.; LORENCETTI, C. Análise dialéctica para tolerância ao vírus do nanismo-amarelo-da-cevada em cultivares brasileiras de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 1, p. 131-135, 2001.
- BIANCHIN, V. **Ocorrência do Barley yellow dwarf virus e Cereal yellow dwarf virus, transmissibilidade do BYDV-PAV pelo pulgão *Rhopalosiphum padi* e reação de cultivares de trigo ao complexo Vírus/Vetor**. 2008. 107 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.
- BURNETT, P. A.; COMEAU, A.; QUALSET, C. O. Host plant tolerance or resistance for control of Barley yellow dwarf. In: D'ARCY, C. J.; BURNETT, P. A. (Ed.). **Barley yellow dwarf: 40 years of progress**. St Paul: American Phytopathology Society, 1995. p. 321-343.
- CAETANO, V. R. **Estudo sobre o vírus do nanismo amarelo da cevada, em trigo, no Rio Grande do Sul**. 1972. 75 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Piracicaba.
- CAETANO, V. R. Nota prévia sobre a ocorrência de uma virose em cereais de inverno no Rio Grande do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia**, Piracicaba, v. 2, n. 2, p. 53-66, 1968.
- CEZARE, D. G.; SCHONS, J.; LAU, D. Análise da resistência e da tolerância da cultivar de trigo BRS Timbaúva ao *Barley yellow dwarf virus* – PAV. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 36, n. 4, p. 249-255, ago. 2011.
- COOPER, J. I.; JONES, A. T. Response of plants to viroses: proposal for use terms. **Phytopathology**, St Paul, v. 73, n. 2, p. 127-128, 1983.
- PARIZOTO, G.; REBONATTO, A.; SCHONS, J.; LAU, D. *Barley yellow dwarf virus*-PAV in Brazil: seasonal fluctuation and biological characteristics. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 38, n. 1, p. 11-19, 2013.
- REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 6., 2012, Londrina. **Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2013**. Londrina: Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale: IAPAR, 2013. 220 p.



Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi
Membros: Douglas Lau, Elene Yamazaki Lau, Flávio Martins Santana, João Carlos Haas (vice-presidente), Joseani Mesquita Antunes, Leandro Vargas, Maria Regina Cunha Martins, Renato Serena Fontaneli

Expediente

Referências bibliográficas: Maria Regina Martins
Editoração eletrônica: Márcia Barrocas Moreira Pimentel

LAU, D.; PEREIRA, P. R. V. da S.; CASTRO, R. L. de; SCHEEREN, P. L.; CAIERÃO, E.; SÓ E SILVA, M. **Reação de genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao BYDV – PAV, agente causal do nanismo amarelo: análise de dados do ano de 2012**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2013. 11 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 144). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do144.htm>.