

Foto: Douglas Lau



### Reação de genótipos de triticales ao *Barley yellow dwarf virus*: análise de dados de 2015

Douglas Lau<sup>1</sup>  
Alfredo do Nascimento Junior<sup>2</sup>  
Paulo Roberto Valle da Silva Pereira<sup>3</sup>

#### Introdução

As culturas de cereais de inverno são acometidas por diversas viroses, sendo que, para as condições brasileiras, o nanismo amarelo é uma das principais. No Brasil, esta doença foi descrita pela primeira vez em 1968 (CAETANO, 1968). É causada por espécies de *Barley*

*yellow dwarf virus* (BYDV) e *Cereal yellow dwarf virus* (CYDV), pertencentes à família Luteoviridae. Em comum, os membros desta família apresentam partículas virais compostas por capsídeos isométricos não envelopados, genoma viral não segmentado composto por um RNA de fita simples e sentido positivo (ssRNA+) e são transmitidos por afídeos (Hemiptera: Aphididae) (MILLER; RASOCHOVÁ, 1997). Entre

<sup>1</sup> Biólogo, Dr. em Agronomia/Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr. em Agronomia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr. em Ciências Biológicas/Entomologia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

as espécies de afídeos vetoras de B/CYDVs, *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) tem sido a espécie mais abundante na região sul-brasileira, e BYDV-PAV (eficientemente transmitida por *R. padi*) é a espécie do vírus predominante em cereais de inverno nessa região (LAU et al., 2009, 2011; PARIZOTO et al., 2013; REBONATTO et al., 2015).

O triticale (*X Triticosecale* Wittmack) é um cereal de inverno originário de cruzamentos intergenéricos entre espécies de trigo (*Triticum* ssp.), o genitor feminino, e centeio (*Secale* ssp.), o genitor masculino (OETTLER, 2005). Dos vários tipos de triticale, no Brasil, os triticales mais comuns são hexaploides e oriundos do cruzamento entre *Triticum durum* com *Secale cereale*. A produção de triticale destina-se principalmente à alimentação animal, além da fabricação de biscoitos, pães caseiros, massa para pizza e produtos dietéticos. Cultivares de triticale são opções de cultivo para sistemas agrícolas no sul do Brasil. O triticale é capaz de obter rendimentos superiores aos rendimentos de cultivares de trigo e de centeio em condições desfavoráveis, pois a resistência a estresses bióticos e abióticos é uma das principais características da cultura, além de ser menos dependente do uso de defensivos agrícolas (LUNARDI; NASCIMENTO Jr., 2010).

Assim como o trigo e o centeio, o triticale é hospedeiro de BYDV (D'ARCY, 1995; LISTER; RANIERI, 1995). Em triticale, foi observada resistência/tolerância ao BYDV superior à do trigo (COLLIN et al., 1990), sendo provável que esta característica seja oriunda do centeio (BURNETT et al., 1995). Contrariamente, estudos recentes realizados em condições controladas de inoculação revelaram que genótipos de triticale brasileiros foram extremamente intolerantes à infecção viral, apresentando sintomas severos de amarelecimento do limbo foliar, redução da estatura, da massa da parte aérea e do número de espigas e atraso no desenvolvimento, e as plantas inoculadas apresentaram uma redução média na produtividade de grãos de 73%, variando entre 60% e 96% (LAU et al., 2012). O menor dano observado em triticale foi similar ao dano observado em genótipos intolerantes de trigo. De maneira oposta ao observado em triticale, os genótipos de centeio brasileiros foram bastante tolerantes ao vírus, sendo as notas de severidade similares ou inferiores às observadas nos genó-

tipos tolerantes de trigo, e mesmo o maior dano em centeio (28%) foi inferior ao menor dano nas cultivares de trigo tolerantes utilizadas no ensaio (LAU et al., 2012).

Nenhum dos cultivares de triticale registrados para o Brasil tem origem a partir de cruzamentos com centeios brasileiros. Considerando que existem fontes de tolerância ao BYDV em genótipos brasileiros de centeio e que a resistência/tolerância é característica importante para a competitividade econômica da cultura de triticale, é necessário continuar o desenvolvimento de cultivares de triticale tolerantes. A utilização de genótipos de centeio melhor adaptados é considerada como importante estratégia em melhoramento.

A avaliação mais precisa do nível de resistência/tolerância de genótipos de triticale ao complexo afídeos-BYDV requer ensaios realizados sob inoculação controlada. Neste contexto, este ensaio objetivou determinar as reações de cultivares e de linhagens de triticale sob inoculação com BYDV-PAV e seus impactos na produtividade de grãos.

## Material e Métodos

### Material vegetal

Foram avaliadas três cultivares (BRS Resoluto, Embrapa 53 e BRS Saturno) e três linhagens (PFT 0704, PFT 1404 e PFT 1410) de triticale. Além dessas, as cultivares de trigo BRS Timbaúva e BR 35 (genótipos tolerantes) e Embrapa 16 e BR 14 (genótipos intolerantes) foram usadas como testemunhas padrão dos ensaios.

### Vetor e vírus

O vetor utilizado foi o afídeo *R. padi*, cujas colônias avirulíferas vêm sendo mantidas em câmara de crescimento no insetário da Embrapa Trigo desde 2006. O isolado viral utilizado, denominado 40Rp, pertence à espécie BYDV-PAV e foi coletado de aveia preta em Passo Fundo, em 2007, sendo mantido em câmara de

crescimento no insetário da Embrapa Trigo por meio de transmissões sucessivas em plantas de aveia preta.

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, posteriormente, na transmissão para novas plantas de aveia preta. Após o período de transmissão, foi aplicado inseticida e as plantas foram mantidas em telado, multiplicando o vírus. A confirmação da infecção por BYDV-PAV foi realizada por meio de DAS-ELISA (antissoros Agdia Inc. Elkhart, USA).

Para a obtenção de colônias de *R. padi* virulíferos, plantas de aveia soropositivas foram mantidas em câmaras de criação de afídeos até que a população atingisse níveis suficientes. Para a inoculação, fragmentos foliares de aveia com afídeos foram cortados e transferidos para as plantas de triticale e de trigo a serem avaliadas.

## Ensaio

O ensaio foi realizado em telado da Embrapa Trigo entre junho e novembro de 2015. A semeadura foi realizada em 03 de junho em baldes plásticos brancos com capacidade de 7 litros, contendo terra de barranco adubada conforme recomendação da cultura (REUNIÃO..., 2014). Após a emergência, foi realizado desbaste para cinco plantas por vaso. Para cada genótipo, um conjunto de dez baldes foi preparado, sendo que plantas de cinco baldes foram submetidas à inoculação por meio de infestação com indivíduos de *R. padi* virulíferos, em compartimento anti-afídeo, e as plantas dos outros cinco baldes não foram submetidas à inoculação e permaneceram como testemunha do padrão de desenvolvimento e do potencial produtivo do genótipo sadio. A inoculação foi realizada em 15 de junho, quando as plantas apresentavam duas folhas expandidas, colocando-se um fragmento de folha de aveia preta com 10 pulgões em cada uma das plantas de triticale ou de trigo, posicionado na forquilha formada entre duas folhas. Dois dias após, foi realizada reinfestação nas plantas com menos de 10 pulgões. Após uma semana, foi aplicado inseticida diclorvós, na dose de 6 mL.L<sup>-1</sup> de água,

para eliminar os afídeos. Os baldes com plantas submetidas à inoculação foram transferidos para o telado de origem. Para cada genótipo em avaliação, foram formados cinco pares, compostos por um balde com plantas inoculadas e um balde com plantas não inoculadas. Os pares foram distribuídos em delineamento completamente casualizado, na área do telado.

Nitrogênio em cobertura foi aplicado na forma de ureia (2 g/vaso) no estágio de afilamento. Ao longo do ensaio, foram aplicados inseticidas e fungicidas para evitar a ocorrência de insetos e de doenças (REUNIÃO..., 2014). A colheita de grãos ocorreu entre o final de outubro e início de novembro de 2015.

## Avaliações

A avaliação visual dos sintomas foi realizada em 18 de agosto de 2015, entre os estádios 10 e 10.5 [final do alongamento do colmo/espigamento, pela escala de Feeks e Large (Large, 1954)], comparando-se a estatura de planta e a massa foliar da parte aérea, estimando-se a redução que o conjunto de plantas inoculadas apresentou em relação ao conjunto de plantas não inoculadas para cada um dos cinco pares de baldes de cada genótipo. Foram atribuídas notas de acordo com a seguinte escala: 1 = 0% a 20% de redução de estatura e massa foliar; 2 = 21% a 40% de redução; 3 = 41% a 60% de redução; 4 = 61% a 80% de redução; e 5 = redução superior a 81%. Os grãos das plantas foram colhidos separadamente, determinando-se o peso total de grãos para cada unidade experimental (balde). As médias de produtividades de grãos das cultivares e linhagens em cada situação (plantas não inoculadas e plantas inoculadas) foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O dano causado por BYDV-PAV sobre a produtividade de grãos foi estimado para cada genótipo, comparando-se o tratamento "Plantas Inoculadas" (I) com o tratamento "Plantas Não Inoculadas" (NI), pela fórmula:

$$\text{Dano (\%)} = \frac{(\text{média NI} - \text{média I})}{(\text{média NI})} \times 100$$

onde:

média NI = média do peso de grãos por balde para o tratamento "Plantas Não Inoculadas";

média I = média do peso de grãos por balde para o tratamento "Plantas Inoculadas".

A fim de comparar-se a tolerância dos genótipos, procedeu-se ao cálculo da produtividade relativa (PR). Cada medida de produtividade de grãos para o tratamento "Plantas Inoculadas" e para o tratamento "Plantas Não Inoculadas" produziu uma média e um erro padrão associado; assim, a razão das médias para estimar a produtividade relativa teve um novo erro padrão acumulado. Portanto, a PR é a razão entre produtividade na presença do vírus e produtividade potencial, ou seja:

$$PR = \frac{x}{y}$$

onde:

x é a média de produtividade das plantas inoculadas;

y é a média de produtividade das plantas não inoculadas.

O erro padrão da razão (EPPR) foi estimado pela equação:

$$EPPR = PR[(EPx/x)^2 + (EPy/y)^2]^{1/2}$$

onde:

EPx é o erro padrão na presença de vírus

EPy é o erro padrão na ausência de vírus (= potencial produtivo).

## Resultados

As reações de cultivares e de linhagens à infecção viral foram variadas. Alguns genótipos de triticale foram bastante intolerantes ao vírus, como BRS Resoluto, que exibiu os sintomas mais severos, obtendo nota 5 em todas as repetições, com significativa redução de estatura, massa foliar e redução do tamanho das espigas (Figura 1). Adicionalmente, esta cultivar demonstrou um sintoma associado à infecção por BYDV-PAV, o recorte do limbo foliar (Figura 2).

Os genótipos Embrapa 53, PFT 1404 e BRS Saturno apresentaram sintomas intermediários, com amarelecimento do limbo foliar, redução da estatura e grande redução da massa foliar (Figura 1). Entre os genótipos com destacada tolerância e comportamento próximo ao das cultivares de trigo testemunha de tolerância, encontraram-se PFT 0704 e, mais notadamente, PFT 1410, com notas visuais médias de 2,1 e 1,7, respectivamente.

A avaliação visual apresentou correlação positiva ( $r = 0,74$ ) com o dano à produtividade de grãos (Figura 3) e a análise da produtividade relativa de grãos indicou diferentes níveis de tolerância ao BYDV-PAV (Figura 4).

O dano médio dos genótipos de triticale foi de 33% (Tabela 1), variando de 63%, para BRS Resoluto, a 9%, para PFT 1410. O valor médio de dano esteve abaixo da média do valor de dano para as testemunhas de trigo intolerantes (70%). À exceção de Embrapa 53 e de BRS Resoluto, as demais linhagens e cultivares de triticale tiveram danos abaixo da média das testemunhas tolerantes de trigo (46%).

Esses resultados diferem de dados publicados anteriormente. Em 2011, genótipos de triticale mostraram elevada intolerância ao BYDV (dano médio de 73%), superando as testemunhas de trigo intolerantes (LAU et al., 2012). A diferença entre estes dois anos de análise deve-se, principalmente, à reação de triticale ao BYDV, uma vez que a produtividade de grãos das plantas não inoculadas foi similar. Em 2011, Embrapa 53 apresentou-se como extremamente intolerante, com danos próximos a 96%, e BRS Saturno teve danos de 88% (LAU et al., 2012). Outro genótipo em análise naquele ano, PFT 0910 (BRS Resoluto), manteve níveis de produtividade e de dano muito próximos em 2011 (60%) e em 2015 (63%).

Os resultados obtidos em 2015 indicaram maior tolerância de genótipos de triticale ao BYDV-PAV em relação aos obtidos em 2011. Destaca-se a linhagem PFT 1410, que manteve níveis elevados de produtividade de grãos mesmo com inoculação em início de ciclo e em boa pressão de inóculo.

A) BRS Resoluto



B) Embrapa 53



C) PFT 1404



D) BRS Saturno



E) PFT 0704



F) PFT 1410



Fotos: Douglas Lau

**Fig. 1.** Reação de genótipos de tritcale ao BYDV-PAV, agente causal do nanismo amarelo. A) BRS Resoluto, B) Embrapa 53, C) PFT 1404, D) BRS Saturno, E) PFT 0704, e F) PFT 1410. Em cada par, baldes à esquerda contêm plantas inoculadas com o vírus e baldes à direita contêm plantas não inoculadas.



Fig. 2. Recorte do limbo foliar em planta de triticales, cultivar BRS Resoluto, inoculada com BYDV-PAV, causador do nanismo amarelo.

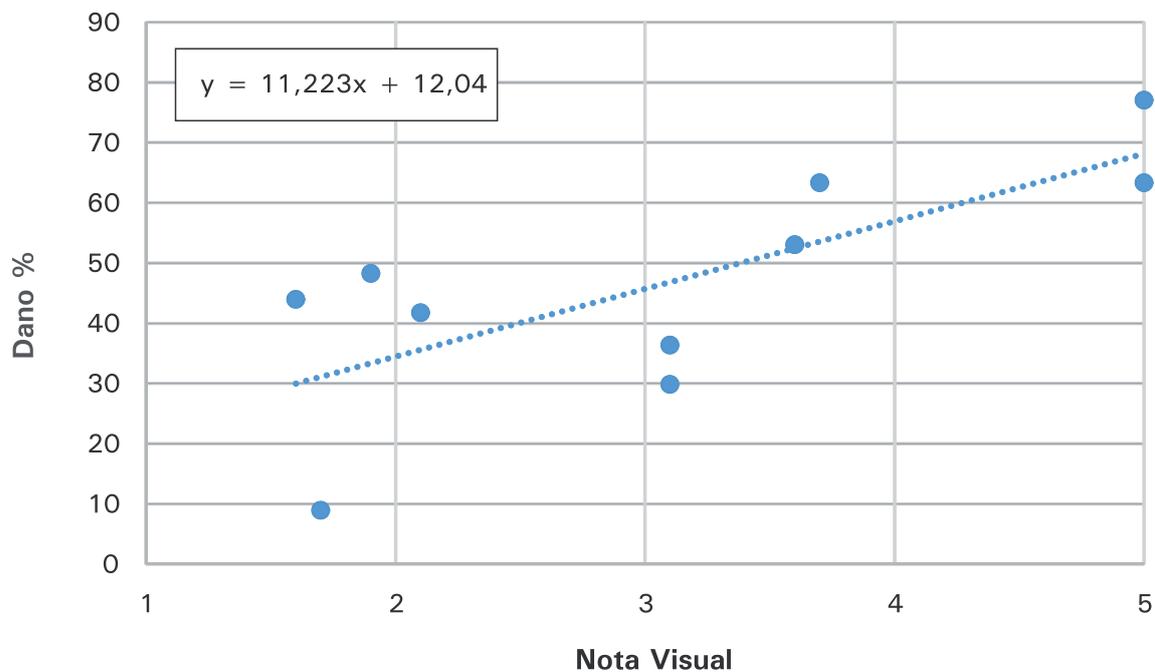
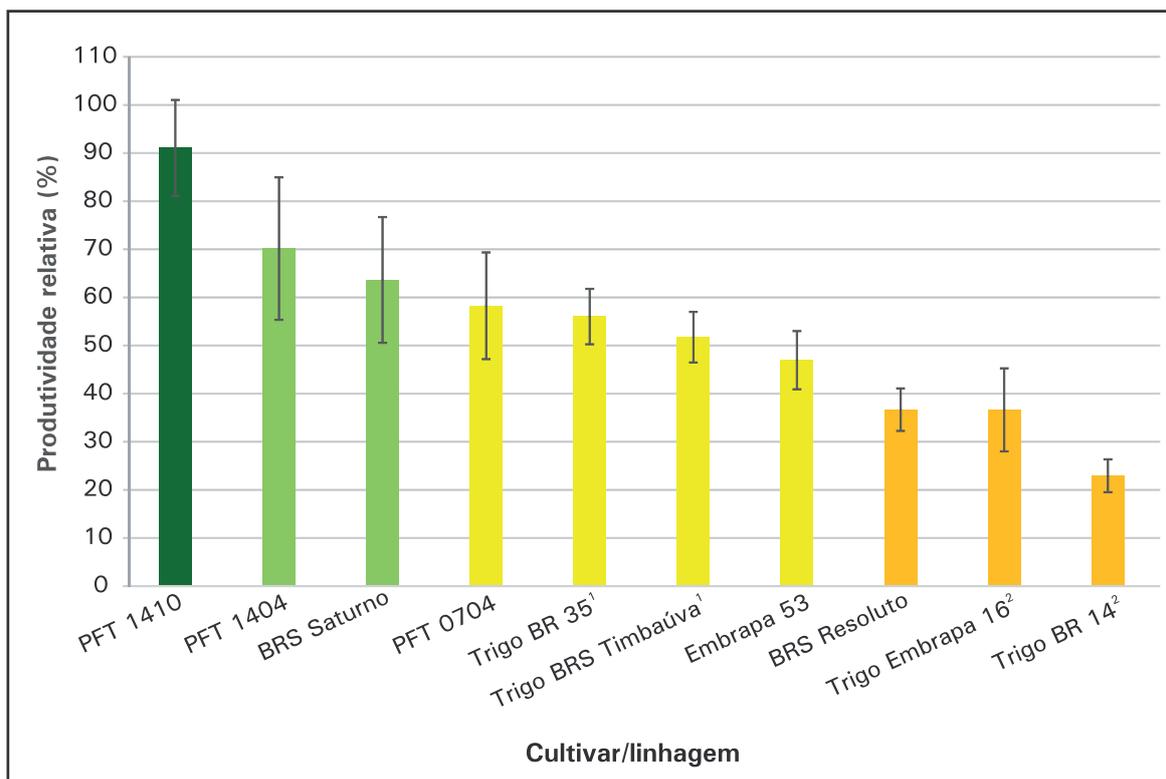


Fig. 3. Relação entre a nota atribuída por avaliação visual de sintomas de virose e o dano à produtividade de grãos em genótipos de triticales e em cultivares de trigo inoculados com BYDV-PAV, causador do nanismo amarelo. Nota 1 = 0% a 20 % de redução de estatura e massa foliar; 2 = 21% a 40% de redução; 3 = 41% a 60% de redução; 4 = 61% a 80% de redução; e 5 = redução superior a 81%.



**Fig. 4.** Produtividade relativa de grãos de genótipos de triticales em relação a trigo (testemunha), devida à ação do nanismo amarelo (BYDV-PAV). Barras verticais correspondem ao erro padrão da média. Cor das colunas refere-se ao nível de dano: verde escuro (0 a 20%, tolerante); verde claro (21% a 40%, moderadamente tolerante); amarelo (41% a 60%, moderadamente intolerante); laranja (61% a 80%, intolerante). <sup>1</sup> Tolerante; <sup>2</sup> Intolerante.

**Tabela 1.** Genótipos de triticales e de trigo avaliados para reação ao BYDV-PAV (nanismo amarelo), nota da avaliação visual da reação à doença, produtividade e dano. Passo Fundo, 2015.

Cultivar/linhagem	Genealogia	Nota <sup>1</sup>	Produtividade (g/vaso) <sup>2</sup>		Dano (%) <sup>3</sup>
			Planta não inoculada	Planta inoculada	
PFT 1410	Emb 53/PFT 0415	1,7	38,1 ns	34,7 a*	8,9
PFT 0704	Emb 53//PFT 116/Hoh-87102-6-1	2,1	50,7	29,5 ab	41,8
BRS Saturno	PFT 512/Guará	3,1	41,6	26,5 abc	36,4
PFT 1404	BRS 203/PFT 0491	3,1	34,0	23,8 abc	29,9
BRS Timbaúva (trigo test. tolerante)	BR 32/PF 869120	1,9	41,5	21,5 abc	48,3
Embrapa 53	LT 1117.82/Civet//Tatu	3,6	43,7	20,5 bcd	53,1
BR 35 (trigo test. tolerante)	IAC 5*2/3/CNT 7*3/Londrina//IAC 5/Hadden	1,6	35,4	19,8 bcd	44,0
BRS Resoluto	SUSI_2/5/TAPIR/YOGUI_1//2*MUSX/3/ERIZO 7/4/FARAS 1/6/VARSA 2/7/754.3/IBEX//BUF_1	5,0	43,4	15,9 cd	63,3
Embrapa 16 (trigo test. intolerante)	Hulha Negra/CNT 7//Amigo/CNT 7	3,7	39,7	14,5 cd	63,4
BR 14 (trigo test. intolerante)	IAS 63/Alondra Sib//Gaboto/Lagoa Vermelha	5,0	33,7	7,7 d	77,1
Média geral		3,1	40,2	21,4	46,6
Média trigo tolerante		1,8	38,5	20,7	46,1
Média trigo intolerante		4,4	36,7	11,1	70,2
Média triticales		2,7	35,9	21,6	33,3

<sup>1</sup> Nota visual de redução de estatura e massa da parte aérea, obtida por comparação entre plantas inoculadas e não inoculadas. Escala de 1 a 5, sendo 1 (0 a 20%, verde escuro); 2 (21 a 40%, verde claro); 3 (41 a 60%, amarelo); 4 (61 a 80%, laranja); e 5 (superior a 80%, vermelho).

<sup>2</sup> Vermelho: produtividade abaixo da média - 1 desvio padrão; verde: produtividade acima da média + 1 desvio padrão; amarelo: entre a média e  $\pm 1$  desvio padrão

<sup>3</sup> (Planta não inoculada - planta inoculada)/planta inoculada \* 100. Zero a 20% (tolerante, verde escuro); 21 a 40% (moderadamente tolerante, verde claro); 41 a 60% (moderadamente intolerante amarelo); 61 a 80% (intolerante, laranja); e acima de 81% (altamente intolerante, vermelho).

\* Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ns = não significativo.

## Referências

- 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. 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.
- COLLIN, J.; ST-PIERRE, C. A.; COMEAU, A. Analysis of genetic resistance to BYDV in triticales and evaluation of various estimators of resistance. In: BURNETT, P. A. (Ed.). **World perspective on Barley yellow dwarf**. MEXICO, DF: CIMMYT, 1990. p. 404-414.
- D'ARCY, C. J. Symptomatology and host range 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. 9-28.
- LARGE, E. C. Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. **Plant Pathology**, London, v. 3, p. 128-129, 1954.
- LAU, D.; PEREIRA, P. R. V. da S.; SALVADORI, J. R.; SCHONS, J.; PARIZOTO, G.; MAR, T. B. Ocorrência do *Barley/Cereal yellow dwarf virus* e seus vetores em cereais de inverno no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul em 2008. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 10 p. html. (Embrapa Trigo).

Comunicado técnico online, 256). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p\\_co256.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co256.htm)>. Acesso em: 03 de abril de 2016.

LAU, D.; REBONATTO, A.; PARIZOTO, G.; PEREIRA, P. R. V. da S.; SALVADORI, J. R.; SCHONS, J.; BIANCHIN, V. *Barley yellow dwarf virus* no Brasil: 40 anos de pesquisa. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 20, n. 122, p. 31-34, 2011.

LAU, D.; NASCIMENTO JUNIOR, A. do; PEREIRA, P. R. V. da S.; SBRISSA, E.; CARMINATTI, A. J. Reação de genótipos de triticale (*X Triticosecale* Wittmack) e de centeio (*Secale cereale* L.) ao BYDV-PAV, agente causal do nanismo amarelo: análise de dados do ano de 2011. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 7 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 312). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p\\_co312.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co312.htm)> Acesso em: 03 de abril de 2016.

LISTER, R. M.; RANIERI, R. Distribution and economic importance 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. 29-53.

LUNARDI, L.; NASCIMENTO JR., A. **Cultivares de triticale e de centeio 2010/2011**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010. 36 p.

MILLER, W. A.; RASOCHOVÁ, L. Barley yellow dwarf viruses. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 35, p. 167-190, 1997.

OETTLER, G. The fortune of a botanical curiosity – Triticale: past, present and future. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 143, p. 329-346, 2005.

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.

REBONATTO, A.; SALVADORI, J. R.; LAU, D. Temporal changes in cereal aphids (Hemiptera: Aphididae) populations in northern Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v. 7, n. 1, p. 71-78; 2015.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 8., 2014, Canela. Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2015. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 229 p. Editores técnicos: Gilberto Rocca da Cunha, Eduardo Caierão.

### Comunicado Técnico, 360

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Trigo**  
Endereço: Rodovia BR 285, km 294  
Caixa Postal, 3081  
99050-970 Passo Fundo, RS  
Fone: 54 3316-5800  
Fax: 54 3316-5802  
<https://www.embrapa.br/fale-conosco>

1ª Edição  
Versão on-line (2016)

#### Comitê de Publicações

Comitê de Publicações da Unidade  
**Presidente:** Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi  
**Vice-presidente:** Leila Maria Costamilan  
**Membros:**  
Anderson Santi, Genei Antonio Dalmago,  
Paulo Roberto Valle da Silva Pereira,  
Sandra Maria Mansur Scagliusi,  
Tammy Aparecida Manabe Kiihl,  
Vladirene Macedo Vieira

#### Expediente

**Tratamento das ilustrações:** Fátima M. De Marchi  
**Editoração Eletrônica:** Fátima Maria De Marchi  
**Normalização bibliográfica:** Maria Regina Martins