

# Barley yellow dwarf virus no Brasil: 40 anos de pesquisa

Douglas Lau<sup>1</sup>, Adriane Rebonatto<sup>2</sup>, Gabriela Parizoto<sup>3</sup>, Paulo Roberto Valle da Silva Pereira<sup>4</sup>, José Roberto Salvadori<sup>5</sup>, Jurema Schons<sup>6</sup> & Vânia Bianchin<sup>7</sup>

Foto: Vânia Bianchin



Local utilizado para monitoramento de afídeos vetores de BYDV nos anos 1970 situado próximo ao posto meteorológico da Embrapa Trigo (Passo Fundo – RS). Na área havia uma pequena plataforma na qual se posicionava a armadilha (bandeja amarela) para determinação da flutuação da população de afídeos vetores. Da esquerda para a direita Paulo Roberto Valle da Silva Pereira (Pesquisador Embrapa Trigo), Adriane Rebonatto (Mestranda Universidade de Passo Fundo), Vanderlei da Rosa Caetano (Pesquisador Embrapa Clima Temperado) e Douglas Lau (Pesquisador Embrapa Trigo).

marco da pesquisa científica com estes vírus, contemplando espécies vegetais hospedeiras, estudos de transmissão por espécies de afídeos vetoras, caracterização de estirpes do vírus, sintomatologia, epidemiologia, importância econômica e avaliação da reação de genótipos de trigo ao BYDV. Ainda junto com seu irmão, Dr. Veslei da Rosa Caetano, foram desenvolvidos estudos sobre a flutuação das populações de afídeos vetores. Das avaliações prévias da reação de plantas ao BYDV, selecionaram-se genótipos que serviram de fonte de resistência (tolerância) para o programa de melhoramento de trigo. As mudanças sofridas no patossistema trigo-BYDV no Brasil podem ser abordadas em três linhas: alteração da população viral, alteração da população vetora (eras pré e pós-controle biológico) e avanços no desenvolvimento de genótipos de trigo resistentes (Figura 1).

Componentes da epidemia do nanismo amarelo dos cereais. Os três componentes: o hospedeiro, o vírus e o vetor se inter-relacionam e podem sofrer alterações mútuas em suas populações ao longo do tempo. Sofrem também influências de fatores ambientais, por exemplo, em relação aos anos 1970 houve alterações no sistema de produção e introdução de agentes de controle biológico de pulgões.

## Monitoramento da população viral

O nanismo amarelo em cereais é causado por espécies de vírus pertencentes à família Luteoviridae. Os membros desta família apresentam partículas virais compostas por capsídeos isométricos de 25 a 30 µm não envelopados. O genoma viral é não segmentado composto por um RNA que apresenta entre 5600 a 6900 nucleotídeos sendo fita simples e sentido positivo (ssRNA+). Os vírus desta família são transmitidos por insetos da ordem Hemiptera, família Aphididae. A transmissão é do tipo persistente, sendo

**E**m 1995 foi publicado por D'Arcy & Burnett o livro *Barley yellow dwarf: 40 Years of Progress*. Descrito por Oswald & Houston em 1951, o Barley yellow dwarf virus (BYDV), agente causal do nanismo amarelo, tem impacto nas diversas regiões do globo onde se plantam cereais de inverno, sendo uma das viroses de planta de maior impacto econômico no mundo (Liestner & Ranieri, 1995). Assim como para o livro acima citado, cabe uma análise das alterações sofridas neste patossistema no Brasil. O agente causal da "amarelidão dos trigos", com registro prévio no sul do Brasil em 1929, foi descrito em trabalho publicado em 1968 pelo Dr. Vanderlei da Rosa Caetano. Os trabalhos realizados pelo Dr. Caetano são um

<sup>1</sup>Pesquisador, Doutor, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

E-mail: dlau@cnpt.embrapa.br

<sup>2</sup>Eng.-Agr., Mestranda do PPGAgro da FAMV/UPF, Passo Fundo, RS.

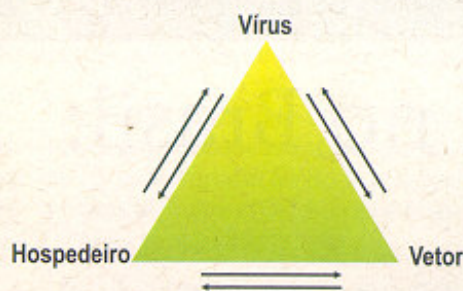
<sup>3</sup>Bióloga, Mestranda do PPGAgro da FAMV/UPF, Passo Fundo, RS.

<sup>4</sup>Pesquisador, Doutor, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

<sup>5</sup>Professor, Doutor, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS.

<sup>6</sup>Professora, Doutora, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS.

<sup>7</sup>Assistente, Doutora, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.



**Figura 1.** Componentes da epidemia do nanismo amarelo dos cereais. Os três componentes: o hospedeiro, o vírus e o vetor se inter-relacionam e podem sofrer alterações mútuas em suas populações ao longo do tempo. Sofrem também influências de fatores ambientais, por exemplo, em relação aos anos 1970 houve alterações no sistema de produção e introdução de agentes de controle biológico de pulgões.

o vírus retido nas mudanças de fase, mas não transmitido à progênie do inseto vetor. Mais de 150 espécies de plantas, todas dentro da família Poaceae, são suscetíveis à virose (Miller & Rasochová, 1997)

Comparações entre o momento atual (2010) com os anos 1970 requerem que se considerem modificações não apenas do objeto alvo, neste caso as populações do vírus, mas também sobre o conhecimento e tecnologias disponíveis para a diagnose. Originalmente o diagnóstico de fitovírus era baseado em propriedades biológicas, tais como, gama de hospedeiros e formas de transmissão.

Depois foram introduzidos métodos baseados em sorologia e, mais recentemente, baseados em biologia molecular. Atualmente a taxonomia de vírus é baseada na comparação de seqüências do genoma viral.

Após a descrição do agente causal por Oswald & Houston em 1951, o marco seguinte no estudo deste patossistema foi a descrição de variantes do vírus por Rochow em 1969. Rochow demonstrou que entre os vírus que causam o nanismo amarelo existiam variações em propriedades biológicas, entre estas, na capacidade de ser transmitido por diferentes espécies de afídeos. Esta foi a principal característica utilizada nos anos 1970 para separar as estirpes do vírus. Assim foram designados cinco tipos: RPV - transmitido por *Rhopalosiphum padi*, RMV - por *Rhopalosiphum maidis*, MAV - por *Sitobion avenae* (antigo *Macrosiphum avenae*), SGV - por *Schizaphis graminum* e PAV - por *R. padi*, *S. avenae* e outros afídeos (Rochow et al., 1969). Atualmente, por comparações de seqüências, estes vírus foram classificados em dois gêneros: Luteovirus e Polerovirus.

#### Luteovirus

- Barley yellow dwarf virus - PAV
- Barley yellow dwarf virus - MAV
- Barley yellow dwarf virus - PAS

#### Polerovirus

- Cereal yellow dwarf virus - RPV
- Cereal yellow dwarf virus - RPS

#### Espécies não classificadas em gênero

- Barley yellow dwarf virus - RMV
- Barley yellow dwarf virus - GPV
- Barley yellow dwarf virus - SGV

Inferências sobre a população viral na década de 1970 podem ser feitas a partir de suas características biológicas (eficiência de transmissão por espécies de afídeos vetores e capacidade de infectar plantas hospedeiras), mas não há informações sorológicas e moleculares disponíveis. Considerando as características biológicas, a população predominante na década de 1970 era eficientemente transmitida por *M. dirhodum* (principal vetor da época), *S. avenae* e *R. padi* e com menor eficiência por *S. graminum* e *R. maidis* (Caetano, 1972).

Atualmente BYDV-PAV é a espécie viral predominante na região sul-brasileira, sendo que os isolados desta espécie são transmitidos eficientemente por *R. padi* e também por *S. avenae* e *M. dirhodum*. Assim quanto ao padrão de transmissão há uma similaridade com relação ao observado nos anos 1970, porém os vírus são mais eficientemente transmitidos por *R. padi*, sendo também este o vetor para o qual se detecta maior abundância de indivíduos virulíferos no campo.

#### Monitoramento da população de afídeos vetores

Os afídeos (Hemiptera: Aphididae), também conhecidos como pulgões, estão entre os principais vetores de viroses (Gray & Gildow, 2003), sendo o trigo e outros cereais de inverno hospedeiros de várias espécies. São de grande importância, pois em altas populações causam danos diretos devido à sucção da seiva e a injúrias às células do sistema vascular. Várias espécies de afídeos são vetoras Barley/Cereal yellow dwarf virus (Halbert & Voegtlin, 1995).

O monitoramento das espécies de afídeos pode ser realizado a partir de método de coleta baseado em armadilhas do tipo bandeja-amarela (Figura 2). As bandejas de cor amarela são utilizadas, pois atraem os afídeos alados (Figura 3). No interior da bandeja é colocada uma mistura de água com detergente e formol que retém e conserva os insetos até o momento da coleta. Semanalmente o conteúdo das bandejas é recolhido, os afídeos separados de outros insetos e identificados sob microscópio estereoscópio. Assim é possível estabelecer para

Foto: Adriane Rebonatto



**Figura 2.** Monitoramento de espécies de afídeos vetores de B/CYDVs por meio de armadilhas do tipo bandeja-amarela. Foto ilustra local atual utilizado para monitoramento situado na área 2 da Embrapa Trigo (Coxilha - RS).

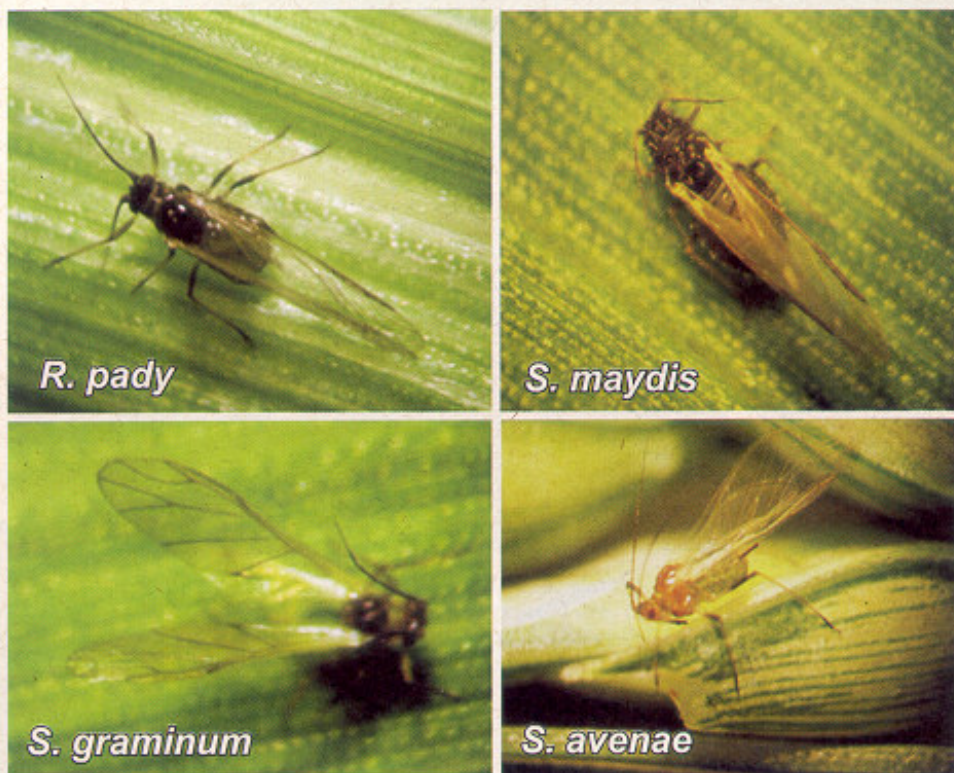


Figura 3. Formas aladas de afídeos que ocorrem em cereais de inverno no sul do Brasil.

cada uma das 52 semanas do ano quais espécies ocorreram e em que quantidade, permitindo estabelecer para o período amostrado quais eram as principais espécies vetoradoras ocorrentes. Nos anos 1970, o monitoramento era realizado próximo ao posto meteorológico da Embrapa Trigo (Passo Fundo – RS). Na área havia uma pequena plataforma na qual se posicionava a armadilha. Atualmente, o monitoramento vem sendo realizado no município de Coxilha-RS na área experimental 2 da Embrapa Trigo (Figura 2).

Nos anos de 1970 as populações de pulgões atingiam níveis alarmantes, promovendo todos os anos danos diretos e disseminação em altos níveis do vírus do nanismo amarelo dos cereais. Os estudos de dinâmica populacional e de testes de transmissão realizados na região sul do Brasil nos anos de 1970 indicavam que *Metopolophium dirhodum* (Walker, 1849) era a principal espécie vetoradora para as regiões onde o trigo é semeado no inverno. Esta espécie correspondia em média a 84% da população de afídeos amostrados em um ano, com picos bem definidos de crescimento populacional na primavera. Nas regiões do país onde o trigo era semeado no outono *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), que apresenta picos populacionais nesta época do ano, era uma espécie importante.

*Sitobion avenae* (Fabricius, 1775), uma espécie de final de ciclo, era a segunda espécie em importância, e espécies do gênero *Rhopalosiphum* como *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758), *Rhopalosiphum rufiabdominalis* (Sasaki, 1899) e *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) apresentavam populações menores comparativamente às outras espécies (Caetano, 1972). Além destas espécies, *Sipha flava* (Forbes, 1884) também ocorria em baixas populações e foi demonstrada a sua capacidade de transmitir o vírus (Caetano, 1973).

Um fator de mudança neste cenário foi introduzido a partir do final da década de 1970, o controle biológico de afídeos por microimenópteros oriundos principalmente do centro de origem do trigo. A era pós-controle biológico foi e continua sendo marcada por uma drástica redução da população e pela importância relativa das espécies de afídeos. Os levantamentos realizados de 2008 a 2010 revelaram que a população atual de afídeos corresponde a 6% da população dos anos 1970 (1971 a 1977). Essa redução populacional foi marcada por alterações não lineares para as diferentes espécies. *M. dirhodum* apresentou a maior redução, de forma que a espécie mais abundante e a principal transmissora de BYDVs dos anos 1970 raramente tem sido encontrada atualmente. Outras

espécies como *S. graminum* e *S. avenae* também apresentaram redução, embora ambas ainda sejam frequentemente encontradas: *S. graminum* colonizando as plantas no outono e *S. avenae* colonizando as espigas do trigo na primavera. Surtos de *S. avenae* ainda são comuns em toda a região sul do Brasil. Contrariamente a redução observada para outras espécies de afídeos vetores, há indícios de que *R. padi* apresentou incremento populacional em termos absolutos e, sem dúvida, a importância relativa desta espécie em relação à população total de espécies de afídeos sofreu drástico incremento. Atualmente *R. padi* tem representado 85% da população atual de afídeos amostrados ao longo do ano. A chave do sucesso de *R. padi* pode ser sua plasticidade adaptativa. É observado em várias gramíneas cultivadas no inverno (trigo, aveia, cevada) e verão (milho), sendo observado nos diferentes órgãos: da raiz até as espigas. Apresenta boa distribuição ao longo de todo o ano e ampla distribuição geográfica (de norte a sul do Brasil).

Além das alterações na importância relativa de espécies já registradas nos anos 1970, outro fato digno de nota foi a introdução recente do pulgão *Sipha maydis* (Passerini, 1860) uma espécie de afídeo que não ocorria no Brasil (Pereira et al., 2008). Detectada pela primeira vez no Brasil no Rio Grande do Sul, hoje está presente em Santa Catarina e no sul do Paraná.

### Resistência genética

Os estudos visando conhecer o comportamento de variedades de trigo em relação ao BYDV executados nos anos 1970 indicavam que mais de 85% dos genótipos de trigo eram suscetíveis e intolerantes à virose com redução de produtividade acima de 80%. Cerca de 11% dos genótipos avaliados apresentaram de moderada tolerância a tolerância (Caetano, 1972). Entre estes, IAC 5 Maringá (moderadamente tolerante) e Londrina (tolerante), foram utilizados por Caetano como fontes de resistência no programa de melhoramento de novas cultivares de trigo. Entre os descendentes destes dois genótipos destaca-se BR 35 apontado como um genótipo a ser utilizado como genitor em programas de melhoramento de trigo que visem à obtenção de combinações genéticas com tolerância ao BYDV. Apesar das alterações na população viral e vetoradora ocorridas desde a década de 1970, avaliações atuais da reação de genótipos como Lon-



Figura 4. Reação de genótipos de trigo a infecção por BYDV-PAV. Em cima genótipo intolerante (BRS 49): a esquerda, vaso com plantas infestadas com *R. padi* virulíferos exibindo amarelecimento das folhas e redução do número de afilhos; a direita plantas saudáveis (infestadas com *R. padi* avirulíferos). Abaixo genótipo tolerante (BR 35): a esquerda, vaso com plantas infestadas com *R. padi* virulíferos; a direita plantas infestadas com *R. padi* avirulíferos.

drina, IAC-Maringá e seus descendentes, como BR-35, indicam que a tolerância ao BYDV manteve-se estável (Figura 4).

Os estudos conduzidos pelos irmãos Caetano no patossistema trigo-BYDV considerando o tripé vírus, vetor e hospedeiro tem reflexos até hoje, seja pelo valor histórico das observações que permitem estudos comparativos entre épocas, seja pela relevância ainda manifesta de fontes de tolerância descobertas no passado que ainda hoje mantém sua efetividade.

#### Recomendações para Manejo e Estratégias de Controle:

Considerando o conjunto das observações sobre predominância de populações no campo e de testes de transmissão de vírus, infere-se que *R. padi* atualmente tem sido o principal vetor responsável pela transmissão de BYDV-PAV, sendo esta a espécie do vírus predominante no sul do Brasil. No caso do trigo, a proteção química de cultivares suscetíveis, sobretudo quando semeadas no outono, período com temperaturas médias que permitem manter altas populações do vetor, pode reduzir a incidência de B/CYDVs.

Programas de melhoramento de cultivares devem enfatizar a resistência ao vetor *R. padi* e a resistência ou tolerância ao BYDV-PAV.

Como surtos de *S. avenae* no final do inverno e primavera também são comuns, sobretudo em regiões mais quentes, a proteção química também pode ser necessária.

#### Referências

- CAETANO, V. R. (1968) Nota prévia sobre a ocorrência de uma virose em cereais de inverno no Rio Grande do Sul. Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia. 2:53-66.
- CAETANO, V. R. (1972) Estudo sobre o vírus do nanismo amarelo da cevada, em trigo, no Rio Grande do Sul. 75 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Piracicaba.
- CAETANO, V. R. (1973) Estudos sobre os afídios vetores do vírus do nanismo amarelo da cevada, em especial de *Acyrtosiphon dirhodum*, em trigo, no Sul do Brasil. 104 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- D'ARCY, C.J.; P.A. BURNETT, eds. (1995) Barley Yellow Dwarf: 40 Years of Progress. St Paul: American Phytopathology Society, 1995.
- GRAY, S.; GILDOW, F.E. (2003) Luteovirus-aphid interactions. Annual Review of Phytopathology. 41: 539-566.
- HALBERT, S.; VOEGTLIN, D. (1995) Biology and taxonomy of vectors of Barley yellow dwarf viruses. In: D'ARCY, C.J.; BURNETT, P.A. (Ed.). Barley yellow dwarf: 40 years of progress. St Paul: American Phytopathology Society, 1995. p.217-258.
- LISTER, R.M.; RANIERI, R. (1995) 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.55-74.
- LAU, D.; PEREIRA, P. R. V. da S.; SALVADORI, J. R.; SCHONS, J.; PARIZOTO, G.; MAR, T. B. (2009) 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.cnp.embrapa.br/biblio/co/p\\_co256.htm](http://www.cnp.embrapa.br/biblio/co/p_co256.htm)>.
- MILLER, W. A.; RASOCHOVÁ, L. (1997) Barley yellow dwarf viruses. Annual Review of Phytopathology. 35:167-190.
- OSWALD, J.W.; HOUSTON, B.R. (1951) A new virus disease of cereals transmissible by aphids. Plant Disease Repr. 35:471-475.
- PEREIRA, P. R. V. da S.; SALVADORI, J. R.; LAU, D.; NAVIA, D. (2008) Pulgão-preto-dos-cereais, /*Sipha maydis*/ Passerini, 1860 (Hemiptera: Aphididae). Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. (Embrapa Trigo. Folder).
- ROCHOW, W.F. (1969) Biological properties of four isolates of Barley yellow dwarf virus. Phytopathology. 59:1580-1589.