

# TOLERÂNCIA DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Avena* AO VÍRUS DO NANISMO AMARELO DA CEVADA

## TOLERANCE IN SPECIES OF GENUS *Avena* TO BARLEY YELLOW DWARF VIRUS

BARBIERI, Rosa L.<sup>1</sup>; CARVALHO, Fernando I. F. de<sup>2</sup>; SCHMIDT, Douglas A.M.<sup>3</sup>; ZANATTA, Ana C. A.<sup>4</sup>

### RESUMO

O vírus do nanismo amarelo da cevada (**barley yellow dwarf virus** - BYDV) é um importante patógeno de cereais de pequenos grãos. Nas lavouras de aveia pode causar tanto a redução de produtividade de grãos como de massa verde, diminuindo o rendimento. Com o objetivo de avaliar a reação a este vírus em espécies de aveia, de modo a identificar fontes de genes de tolerância a serem usados em programas de melhoramento, 119 genótipos pertencentes às espécies *Avena sativa*, *A. fatua*, *A. sterilis*, *A. abyssinica* e *A. strigosa* foram avaliados sob condições naturais de inoculação no campo. As plantas foram avaliadas dez dias após a antese, sendo atribuídas notas de zero a nove, de acordo com a intensidade de sintomas. Foi observada variabilidade genética quanto à resposta à infecção, sendo que 43 acessos evidenciaram tolerância ao vírus.

**Palavras-chave:** aveia, recursos genéticos, BYDV, melhoramento genético.

### INTRODUÇÃO

Os patógenos que atacam a aveia podem provocar drásticas reduções na produtividade por unidade de área. O vírus do nanismo amarelo da cevada (barley yellow dwarf virus - BYDV) é um desses patógenos, responsável por expressivos danos nas lavouras, reduzindo tanto a produção de grãos como a de massa verde. Este vírus é transmitido por algumas espécies de afídeos, e sua atividade na planta hospedeira interfere na translocação da seiva, interrompendo o fluxo do floema. Em consequência, causa alteração no crescimento da planta, inibe a formação de raiz e reduz o rendimento de grãos. Este vírus ataca várias outras espécies de gramíneas, como trigo, cevada e triticale. Em aveia, as folhas se tornam avermelhadas ou adquirem uma intensa coloração púrpura, às vezes acompanhada por um endurecimento da planta (BURNETT, 1983).

Os danos causados pelo nanismo amarelo da cevada podem ser minimizadas através do uso de cultivares tolerantes ao vírus (SINGH et al., 1993), ou pela aplicação de inseticidas para a eliminação dos afídeos vetores. No entanto, além de

causar sérios problemas à saúde humana e ao meio ambiente, o uso freqüente de pesticidas parece aumentar a probabilidade de risco de desenvolvimento de populações de afídeos resistentes aos inseticidas (PLUMB, 1983). Boas fontes de tolerância têm sido encontradas em várias espécies de aveia, incluindo as hexaplóides *Avena sativa* L., *A. sterilis* L. e *A. fatua* L., e a diplóide *A. strigosa* Schreber (RINES et al., 1980; COMEAU, 1982; QUALSET, 1983; JEDLINSKI, 1983).

COOPER & JONES (1983) propuseram uma terminologia para respostas de plantas a viroses, a qual vem sendo adotada por grande número de pesquisadores que trabalham com BYDV (SINGH et al., 1993; BURNETT et al., 1995; MILLER & RASOCHOVÁ, 1997; JIN et al., 1998; AYALA et al., 2002). De acordo com esta terminologia, a resistência corresponde a uma redução na replicação do vírus na planta, enquanto que a tolerância ocorre quando a planta não sofre a ação dos danos causados pelo vírus, ou seja, independentemente da concentração do vírus, desenvolve pouco ou nenhum sintoma da moléstia e não sofre reduções na produtividade por unidade de área. Deste modo, quando não são realizados testes de quantificação do vírus nas plantas, não é adequado utilizar o termo resistência. HENRY e VIVAR (1998) mostraram que plantas resistentes nem sempre são tolerantes, e vice-versa.

No Brasil, a presença do vírus nas lavouras de aveia vem sendo observada há décadas, havendo, portanto, a necessidade de identificação de fontes de genes de tolerância no germoplasma para uso em programas de melhoramento. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta ao vírus do nanismo amarelo da cevada (BYDV) no germoplasma de aveia, de modo a auxiliar na identificação de fontes de genes de tolerância.

### MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 119 acessos de cinco espécies do gênero *Avena*: 59 de *A. sativa*, 1 de *A. fatua*, 19 de *A. sterilis*, 15 de *A. abyssinica* e 25 de *A. strigosa* (Tabelas 1 e 2). Os genótipos avaliados, provenientes de vários países, fazem

<sup>1</sup> Bióloga, Dra., Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR 392, km 78, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS, barbieri@cpact.embrapa.br

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Dr., DFT/FAEM/UFPEL. Campus Universitário. Caixa Postal 354. CEP 96010-900. Pelotas - RS.

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia. FAEM/UFPEL. Caixa Postal 354. CEP 96010-900. Pelotas - RS. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Dra., Embrapa Trigo. Rodovia BR 285, km 174, Caixa Postal 451 CEP 99001-970 Passo Fundo, RS,

(Recebido para Publicação em 01/06/2003, Aprovado em 01/02/2005)

parte do Banco Ativo de Germoplasma de Aveia, mantido pela Embrapa Trigo. O experimento foi instalado em 31 de julho de 2001 na Fazenda Experimental da Palma, pertencente à Universidade Federal de Pelotas, Município de Capão do Leão, e conduzido em condições de campo, com infestação natural de vetores. A semeadura de 10 sementes de cada acesso foi realizada manualmente, em duas linhas de um metro, com espaçamento de 20 cm entre e dentro das linhas. O germoplasma foi semeado tardiamente para maximizar a infecção pelo vírus, favorecendo assim a presença de plântulas com duas a três folhas no período de maior incidência de afídeos.

As plantas foram avaliadas individualmente dez dias depois da antese, no período de maior intensidade dos sintomas. Foram atribuídas notas variando de zero (planta sem sintomas) a nove (com sintomas extremamente severos), com base na escala proposta por SCHALLER & QUALSET (1980). Duas pessoas, independentemente, avaliaram cada planta. Quando as notas atribuídas a uma planta pelos dois avaliadores foram discrepantes entre si, houve reavaliação para obter uma nota consensual. Ocorrendo variação na nota atribuída a diferentes plantas dentro do mesmo acesso (pela diferente expressão de sintomas nas plantas), foi considerada a nota de maior valor como característica do acesso. Os acessos que receberam notas entre 0 e 2 foram considerados tolerantes à ação do vírus, notas 3 e 4 caracterizaram acessos moderadamente tolerantes, notas 5 e 6 foram atribuídas a plantas moderadamente sensíveis, e notas de 7 a 9 caracterizaram genótipos sensíveis.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu uma alta incidência de afídeos em todo o experimento, quando as plântulas apresentavam de duas a três folhas. Foi observada a presença de afídeos das espécies *Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae* e *Metopolophium dirhodum*. Este fenômeno garantiu uma eficiente inoculação do vírus nos diferentes acessos de aveia, evidenciada pela elevada porcentagem de plantas com os sintomas característicos da virose descritos por BURNETT (1983), de modo especial a presença de folhas jovens endurecidas e com intensa coloração avermelhada ou púrpura.

Deste modo, foi possível observar respostas distintas de cada acesso ao vírus. Dos 119 genótipos avaliados, 43 foram considerados tolerantes à ação do vírus; 33 foram caracterizados como moderadamente tolerantes; 24 moderadamente sensíveis; e 19 foram considerados acessos sensíveis (Tabelas 1 e 2).

A espécie que apresentou a maior quantidade de acessos tolerantes ao vírus (80%) foi *A. strigosa*, evidenciando

ser uma excelente fonte de genes de tolerância ao BYDV (Tabela 1). Das cinco espécies do gênero *Avena* que foram avaliadas, apenas *A. strigosa* não apresentou nenhum acesso sensível ao vírus. Cerca de 29% dos acessos de *A. sativa* e 20% de *A. abyssinica* foram tolerantes, enquanto que *A. sterilis* foi representado pelo menor número de acessos tolerantes, 10%. O único acesso de *A. fatua* avaliado foi extremamente sensível ao vírus.

Dos acessos de *A. sativa* avaliados, 52% dos genótipos brasileiros foram tolerantes e nenhum foi sensível, enquanto que apenas 10% dos genótipos provenientes de outros países apresentaram tolerância e 29% foram altamente sensíveis (Tabela 2). No caso das cultivares brasileiras, isso ocorre pois, apesar dos processos de seleção envolvidos não darem ênfase à obtenção de genótipos tolerantes ao BYDV, provavelmente ocorreu seleção indireta. Assim, o germoplasma apresenta, em sua maioria, altos níveis de tolerância ao vírus. A não ocorrência de genótipos sensíveis deve-se ao fato desses apresentarem baixa produtividade, quando infectados, sendo eliminados na seleção. Por outro lado, cultivares oriundas de programas de melhoramento de outros países não apresentaram o mesmo comportamento frente ao vírus, durante o período do experimento. Este fato pode ser explicado considerando o processo de coevolução entre o vírus e o hospedeiro, de modo semelhante ao que ocorre entre populações de fungos patogênicos e plantas (BARBIERI e CARVALHO, 2001). Os genótipos de aveia selecionados nos outros países provavelmente apresentem tolerância às variantes do vírus ocorrentes no seu ambiente de origem, mas foram sensíveis às estirpes do vírus inoculado pelos afídeos no período do experimento. As forças evolutivas (mutação, seleção natural, fluxo gênico e deriva genética) devem ter agido de maneira diversa sobre o BYDV nos diferentes ambientes, ou seja, o sul do Brasil, Estados Unidos, Canadá, Kenya e Itália, favorecendo a ocorrência de variabilidade genética no vírus. MASTARI et al. (1998) demonstraram que os genótipos das plantas hospedeiras desempenham um papel fundamental na seleção que atua sobre BYDV. De acordo com ROOSSINCK (1997), os vírus que atacam plantas são extremamente adaptáveis e capazes de rápidas mudanças, e cada alteração no nicho do vírus pode ter diferentes reflexos em seu valor adaptativo, ou seja, em sua habilidade de se reproduzir em um dado ambiente. Isto se torna ainda mais importante nos vírus que tem um amplo conjunto de hospedeiros, e que podem usar várias espécies diferentes de vetores para sua transmissão, o que é exatamente o caso do BYDV. Desta forma, é provável que as cultivares de *A. sativa*, oriundas de outros países, que apresentaram sensibilidade ao vírus nas condições deste experimento, evidenciem respostas de tolerância quando avaliadas em condições de campo no ambiente onde foram desenvolvidas, expostas a variantes locais do vírus.

Tabela 1 - Avaliação de germoplasma de *Avena abyssinica*, *A. fatua*, *A. sterilis* e *A. strigosa* quanto à tolerância ao vírus do nanismo amarelo da cevada (*barley yellow dwarf virus* – BYDV).

Acesso	Espécie	Origem	Nota para sintomas	Reação ao BYDV
IPFA 99003	<i>A. abyssinica</i>	Etiópia	0	tolerante
IPFA 99020	<i>A. abyssinica</i>	Rússia	0	tolerante
IPFA 99036	<i>A. abyssinica</i>	Eritreia	0	tolerante
CW 485	<i>A. sterilis</i>	Tunísia	0	tolerante
CW 507	<i>A. sterilis</i>	Argélia	0	tolerante
EMBRAPA 29 – Garoa	<i>A. strigosa</i>	Brasil	0	tolerante
IPFA 99010	<i>A. strigosa</i>	Rússia	0	tolerante
IPFA 99024	<i>A. strigosa</i>	Canadá	0	tolerante
IPFA 99031	<i>A. strigosa</i>	Chile	0	tolerante
IPFA 99033	<i>A. strigosa</i>	Chile	0	tolerante
IPFA 99039	<i>A. strigosa</i>	Bulgária	0	tolerante
CLAV 3814	<i>A. strigosa</i>	Polônia	0	tolerante
aveia preta (Comum)	<i>A. strigosa</i>	Brasil	0	tolerante
EMBRAPA 139 – Neblina	<i>A. strigosa</i>	Brasil	2	tolerante
EMBRAPA 140 – Campeira	<i>A. strigosa</i>	Brasil	2	tolerante
Mor				
IPFA 99001	<i>A. strigosa</i>	Chile	2	tolerante
IPFA 99005	<i>A. strigosa</i>	Canadá	2	tolerante
IPFA 99007	<i>A. strigosa</i>	Canadá	2	tolerante
IPFA 99011	<i>A. strigosa</i>	Chile	2	tolerante
IPFA 99022	<i>A. strigosa</i>	Chile	2	tolerante
IPFA 99023	<i>A. strigosa</i>	Chile	2	tolerante
IPFA 99025	<i>A. strigosa</i>	Uruguai	2	tolerante
IPFA 99026	<i>A. strigosa</i>	EUA	2	tolerante
IPFA 99027	<i>A. strigosa</i>	Polônia	2	tolerante
IPFA 99028	<i>A. strigosa</i>	Israel	2	tolerante
IPFA 99029	<i>A. strigosa</i>	Israel	2	tolerante
CD 7844	<i>A. abyssinica</i>	Rússia	3	moderadamente tolerante
CAV 4265	<i>A. sterilis</i>	Marrocos	3	moderadamente tolerante
CLAV 8341	<i>A. sterilis</i>	Israel	3	moderadamente tolerante
IPFA 99004	<i>A. strigosa</i>	Argentina	3	moderadamente tolerante
IPFA 99008	<i>A. strigosa</i>	Israel	3	moderadamente tolerante
IPFA 99009	<i>A. strigosa</i>	Brasil	3	moderadamente tolerante
IPFA 99030	<i>A. strigosa</i>	Portugal	3	moderadamente tolerante
IPFA 99032	<i>A. abyssinica</i>	Reino Unido	4	moderadamente tolerante
IPFA 99038	<i>A. abyssinica</i>	Etiópia	4	moderadamente tolerante
CW 457	<i>A. sterilis</i>	Líbia	4	moderadamente tolerante
FENG NING DA TAN	<i>A. sterilis</i>	China	4	moderadamente tolerante
PI 320812	<i>A. sterilis</i>	Israel	4	moderadamente tolerante
PI 361911	<i>A. strigosa</i>	Romênia	4	moderadamente tolerante
IPFA 99014	<i>A. abyssinica</i>	Etiópia	5	moderadamente sensível
IPFA 99016	<i>A. abyssinica</i>	Etiópia	5	moderadamente sensível
IPFA 99037	<i>A. abyssinica</i>	Etiópia	5	moderadamente sensível
IPFA 99015	<i>A. abyssinica</i>	Etiópia	7	sensível
IPFA 99019	<i>A. abyssinica</i>	Etiópia	7	sensível
Bdza 461	<i>A. fatua</i>	Brasil	7	sensível
CAV 1878	<i>A. sterilis</i>	Turquia	7	sensível
PI 320755	<i>A. sterilis</i>	Israel	7	sensível
IPFA 99017	<i>A. abyssinica</i>	Etiópia	8	sensível
IPFA 99018	<i>A. abyssinica</i>	Etiópia	8	sensível
CAV 1008	<i>A. sterilis</i>	Iraque	8	sensível
CAV 3361	<i>A. sterilis</i>	Turquia	8	sensível
CW 460	<i>A. sterilis</i>	Líbia	8	sensível

Tabela 2 - Avaliação de germoplasma de *Avena sativa* quanto à tolerância ao vírus do nanismo amarelo da cevada (*barley yellow dwarf virus – BYDV*).

<b>acesso</b>	<b>origem</b>	<b>nota para sintomas</b>	<b>reação ao BYDV</b>
UPF 13	Brasil	0	tolerante
UFRGS 7	Brasil	0	tolerante
UFRGS 14	Brasil	0	tolerante
UFRGS 15	Brasil	0	tolerante
UFRGS 16	Brasil	0	tolerante
UFRGS 17	Brasil	0	tolerante
UFRGS 18	Brasil	0	tolerante
UFRGS 884068-1	Brasil	0	tolerante
PC 38	Canadá	0	tolerante
UPF 12	Brasil	1	tolerante
UPF 16	Brasil	2	tolerante
PC 59	Canadá	2	tolerante
PC 60	Canadá	2	tolerante
UPF 3	Brasil	2	tolerante
UPF 6	Brasil	2	tolerante
UPF 11	Brasil	2	tolerante
UPF 18	Brasil	2	tolerante
PC 55	Canadá	3	moderadamente tolerante
PC 61	Canadá	3	moderadamente tolerante
PC 68	Canadá	3	moderadamente tolerante
SUREGRAIN	Estados Unidos	3	moderadamente tolerante
UPF 2	Brasil	3	moderadamente tolerante
UPF 7	Brasil	3	moderadamente tolerante
UPF 8	Brasil	3	moderadamente tolerante
UPF 10	Brasil	3	moderadamente tolerante
UPF 14	Brasil	3	moderadamente tolerante
UPF 19	Brasil	3	moderadamente tolerante
BLACK TARTARIAN	Estados Unidos	4	moderadamente tolerante
MO 0-025	Argentina	4	moderadamente tolerante
PC 45	Canadá	4	moderadamente tolerante
PC 46	Canadá	4	moderadamente tolerante
PC 56	Canadá	4	moderadamente tolerante
PG 3	Canadá	4	moderadamente tolerante
CORONADO	Estados Unidos	4	moderadamente tolerante
UPF 1	Brasil	4	moderadamente tolerante
UPF 9	Brasil	4	moderadamente tolerante
UPF 17	Brasil	4	moderadamente tolerante
São Carlos	Brasil	5	moderadamente sensível
PC 62	Canadá	5	moderadamente sensível
PC 64	Canadá	5	moderadamente sensível
PG 2	Canadá	5	moderadamente sensível
PG 13	Canadá	5	moderadamente sensível
UPF 5	Brasil	5	moderadamente sensível
UPF 15	Brasil	5	moderadamente sensível
UPF 16	Brasil	5	moderadamente sensível
PG A	Canadá	6	moderadamente sensível
PG 1	Canadá	6	moderadamente sensível
PG 4	Canadá	6	moderadamente sensível
PG 9	Canadá	6	moderadamente sensível
CAV 3293	Kenya	6	moderadamente sensível
CW 435	Itália	6	moderadamente sensível
UPF 4	Brasil	6	moderadamente sensível
PC 48	Canadá	7	sensível
PC 63	Canadá	7	sensível
PG 8	Canadá	7	sensível
PG 15	Canadá	7	sensível
PG 16	Canadá	7	sensível
LA PREVISION 13	Estados Unidos	8	sensível
LA PREVISION 13 (PI 186613)	Estados Unidos	8	sensível
PC 50	Canadá	8	sensível
LA PREVISION 13 (CI 005174)	Estados Unidos	9	sensível

Como não foi realizada inoculação controlada utilizando um isolado específico e uma única espécie de vetor, é provável que tenha ocorrido, neste experimento, a inoculação de mais de uma estirpe do vírus. No entanto, como existe uma carência de trabalhos na literatura referentes à caracterização da reação de genótipos de aveia ao BYDV no Brasil, este estudo se justifica, na medida em que pode servir como referencial para experimentos futuros, uma vez que evidencia a existência de variabilidade genética para tolerância ao BYDV nas cultivares de aveia avaliadas, indicando constituições genéticas promissoras.

## CONCLUSÃO

Dentre os 119 acessos de aveia avaliados, 43 constituem fontes de genes de tolerância ao BYDV, apresentando grande potencial para utilização em programas de melhoramento genético que visem o desenvolvimento de linhagens tolerantes.

## ABSTRACT

*Barley yellow dwarf virus (BYDV) is an important pathogen for cereals. In oat fields, it reduces the yield. With the objective of evaluating the response of oat species as potential sources of tolerance to be used in breeding programs, 119 genotypes of Avena sativa, A. fatua, A. sterilis, A. abyssinica and A. strigosa were evaluated under natural conditions of field inoculation. Plants were evaluated ten days after anthesis. Scores varying from zero to nine were given to each genotype, according to the symptom intensity. Genetic variability related to the response to viral infection was observed. 43 accesses showed expressive tolerance to the virus.*

*Key words: oat, genetic resources, BYDV, plant breeding*

## REFERÊNCIAS

- AYALA, L.; HENRY, M.; VAN GINKEL, M.; et al. Identification of QTLs for BYDV tolerance in bread wheat. **Euphytica**, Wageningen, v.128, p.249-259, 2002.
- BARBIERI, R.L.; CARVALHO, F.I.F. Coevolução de plantas e fungos patogênicos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.7, n.2, p. 79-83, 2001.
- BURNETT, P.A. Preface. In: **Barley Yellow Dwarf - proceedings of the workshop**. Mexico: CIMMYT, 1983. p. 6-13.
- BURNETT, P.A.; COMEAU, A.; QUALSET, C.O. Host plant tolerance or resistance for control of barley yellow dwarf. In: **Barley Yellow Dwarf: Forty Years of Progress**. St. Paul: APS Press, 1995. p.321-343.
- COMEAU, A. Geographic distribution of resistance to barley yellow dwarf virus in *Avena sterilis*. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ottawa, v.4, p.147-151, 1982.
- COOPER, J.I.; JONES, A.T. Responses of plants to viruses: proposals for use of terms. **Phytopathology**, St. Paul, v.73, p.127-128, 1983.
- HENRY, M.; VIVAR, H. Resistance to BYDV in barley. **BYD Newsletter**, Mexico, v.7, p.11, 1998.
- JEDLINSKY, H. The genetics of resistance to barley yellow dwarf virus in oats. In: **Barley Yellow Dwarf – a proceedings of the workshop**. México: CIMMYT, 1983. p.101.105.
- JIN, H.; DOMIER, L.; KOLB, F.L.; BROWN, C.M. Identification of quantitative loci for tolerance to barley yellow dwarf virus in oat. **Phytopathology**, v.88, p.410-415, 1998.
- MASTARI, J.; LAPIERRE, H.; DESSENS, J.T. Asymmetrical distribution of barley yellow dwarf virus PAV variants between host plant species. **Phytopathology**, v.88, p.818-821, 1998.
- MILLER, W.A.; RASOCHOVÁ, L. Barley yellow dwarf viruses. **Annual Review of Phytopathology**, v.35, p.167-190, 1997.
- PLUMB, R.T. Chemical and cultural control of Barley Yellow Dwarf. In: **Barley Yellow Dwarf - a proceedings of the workshop**. México: CIMMYT, 1983. p.52-57.
- ROOSSINCK, M.J. Mechanisms of plant virus evolution. **Annual Review of Phytopathology**, v.35, p.191-209, 1997.
- QUALSET, C.O. Evaluation and breeding methods for barley yellow dwarf resistance. In: **Barley Yellow Dwarf - a proceedings of the workshop**. México: CIMMYT, 1983. p. 72-80.
- RINES, H.W.; STUTHMAN, D.D.; BRIGGLE, L.W. et al. Collection and evaluation of *Avena fatua* for use in oat improvement. **Crop Science**, Madison, v.20, p.63-68, 1980.
- SCHALLER, C.W.; QUALSET, C.O. Breeding for resistance to the barley yellow dwarf virus. In: INTERNATIONAL WHEAT CONFERENCE,3.**Proceedings...** Madrid.:University of Nebraska Agricultural Experimental Station ,1980. p.528-541.
- SINGH, R.P.; BURNETT, P.A.; ALBARRÁN, M.; RAJARAM, S. *Bdv 1*: a gene for tolerance to barley yellow dwarf virus in bread wheats. **Crop Science**, Madison, v.33, p. 231-234, 1993.