

# Sinal amarelo

Entre as viroses que afetam a cultura do trigo o nanismo amarelo, causado por *Barley yellow dwarf virus* (BYDV), tem potencial para provocar prejuízos graves, como atraso no desenvolvimento da planta, diminuição da capacidade de suportar estresses ambientais e consequente diminuição da produtividade pela redução do número e peso dos grãos. Quando disponível, a resistência genética é um importante aliado no manejo desta doença

Fotos Douglas Lau – Embrapa Trigo



**V**irose é uma doença causada por vírus. Assim como ocorre em humanos e animais, as plantas podem ser infectadas por espécies de vírus que são capazes de se multiplicar em suas células, produzindo desordens que resultam em sintomas visíveis e redução da produção. O trigo é hospedeiro de muitas espécies de vírus. No Brasil, duas viroses são mais comuns e vêm causando prejuízos à triticultura desde a sua expansão nos anos 1970 até os dias atuais: o nanismo amarelo, causado por espécies dos vírus *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) e *Cereal yellow dwarf virus* (CYDV), e o mosaico comum do trigo, atribuído ao *Soil-borne wheat mosaic virus* (SBWMV). Recentemente foi introduzido no Brasil, o *Wheat streak mosaic virus* (WSMV), que é transmitido pelo ácaro do enrolamento do trigo (*Aceria tosichella*). Como os vírus de

plantas dificilmente podem ser tratados em condições de lavoura, as medidas de controle de viroses são preventivas, com o objetivo de impedir ou dificultar a chegada dos vírus à cultura e sua disseminação. A resistência genética é uma eficiente forma de controle de viroses, devendo ser utilizada quando disponível.

Os nomes dos vírus de plantas costumam fazer referência ao hospedeiro e aos sintomas típicos decorrentes da infecção. No caso do *Barley yellow dwarf virus* (BYDV - Luteovirus), a descrição original ocorreu em cevada e os sintomas evidentes nesse hospedeiro são um forte amarelecimento das folhas (que ocorre no sentido do ápice para a base da folha), a redução do crescimento e o atraso no desenvolvimento da planta. A redução de crescimento não se restringe à altura (nanismo), também podem ser reduzidos o

número de perfilhos, a massa foliar e a massa do sistema radicular. Entre os sintomas mais característicos desta virose, está a alteração da coloração do limbo foliar. No trigo, geralmente ocorre o amarelecimento do limbo foliar, mas, dependendo da cultivar, outras tonalidades mais avermelhadas podem ser observadas. Além da alteração da cor, ocorrem mudanças morfológicas, com o limbo foliar adquirindo aspecto lanceolado e tornando-se mais rígido. O conjunto destas alterações morfofisiológicas pode levar ao atraso no desenvolvimento da planta (aumento do tempo necessário para completar o ciclo) e tornar a planta menos capaz de suportar estresses ambientais, como o déficit hídrico. A diminuição da produtividade é decorrente da redução do número e do peso dos grãos. A expressão dos sintomas é variável e depende do nível de suscetibilidade

e/ou tolerância da cultivar e da época em que as plantas foram infectadas. Quanto mais cedo ocorrer a infecção, mais severos tendem a ser os sintomas. Assim, os sintomas nem sempre são evidentes, podendo ser percebidos apenas de maneira comparativa entre plantas infectadas e não infectadas. Geralmente são observados em grupos de plantas (reboleiras), que correspondem às áreas de multiplicação e dispersão do afídeo vetor.

As plantas no centro da reboleira foram infectadas no início do seu desenvolvimento, sendo mais afetadas. As plantas infectadas apresentam amarelecimento das folhas, redução do crescimento e atraso no desenvolvimento.

As espécies de BYDV (*Luteovirus*) e CYDV (*Polerovirus*) são transmitidas por afídeos (pulgões) (Hemiptera, Aphididae). Das várias espécies de BYDV (BYDV-PAV, BYDV-PAS, BYDV-MAV) e de CYDV (CYDV-RPV, CYDV-RPS), no Brasil predomina BYDV-PAV. No outono, este vírus pode ser facilmente encontrado em aveia-preta (cujas folhas ficam com uma coloração avermelhada e o limbo da folha enrolado). Também em plantas de aveia é comum encontrar o pulgão da aveia (ou do colmo) *Rhopalosiphum padi*, um dos mais eficientes transmissores de BYDV-PAV. Este vírus também é transmitido por afídeos que ocorrem em estádios mais avançados do trigo, como *Metopolophium dirhodum* (pulgão da folha) e *Sitobion avenae* (pulgão da espiga). Ao se alimentar da seiva de uma planta infectada, o afídeo adquire partículas virais, que migram pelo seu trato digestivo e *hemoceles* e acumulando na glândula salivar. O vírus é retido nas mudanças de fase do afídeo, mas não é transmitido à sua progênie. A transmissão ocorre quando o afídeo virulífero alimenta-se de uma planta sadia. O vírus não é transmitido por outros insetos, sementes, solo ou mecanicamente. Durante o outono e a primavera, quando as temperaturas são amenas e as populações de afídeos numerosas, ocorre migração de afídeos de gramíneas infectadas para gramíneas saudias, permitindo a transmissão do vírus. Para as condições brasileiras, pode



Redução do crescimento de plantas de trigo devido à infecção por Barley yellow dwarf virus

ocorrer a migração dos afídeos de lavouras de aveia para os cultivos recém-implantados de trigo. Também é possível que ocorram migrações de afídeos entre lavouras de trigo. Como em função das condições de clima, o trigo é plantado em diferentes épocas, na medida em que em algumas regiões a cultura entra em maturação, os afídeos podem migrar para outras em que o trigo está em estádios mais novos de desenvolvimento.

O potencial de dano deste complexo afídeo-vírus à produção de trigo resulta da interação dos componentes: incidência da doença decorrente das condições epidemiológicas e do nível de tolerância/resistência das cultivares. Anos secos e com temperaturas elevadas (temperaturas de 18°C-25°C) favorecem as populações de afídeos, permitindo aumento da incidência da virose. Para controlar as populações de afídeos, pode-se combinar práticas culturais (evitar a presença de plantas reservatórios), com o controle químico e biológico. O controle biológico, realizado principalmente por espécies de microime-

nópteros (“vespinhas”), tem grande êxito no Brasil, reduzindo de forma considerável a população de afídeos. O controle químico pode ser realizado no tratamento de sementes e em aplicações na parte aérea. Os níveis de ação preconizados são 10% das plantas com afídeos nas fases vegetativas e dez pulgões por afixo/espiga nas fases reprodutivas.

As cultivares de trigo, mesmo sendo suscetíveis (ou seja, são infectadas pelo vírus), apresentam variação da reação ao BYDV. Assim, pode-se optar pelas que sejam mais tolerantes à infecção, principalmente nas regiões de clima mais quente e, portanto, mais sujeitas a epidemias de nanismo amarelo. Com o objetivo de fornecer informações sobre a reação das cultivares de trigo ao BYDV-PAV realiza-se na Embrapa Trigo, anualmente, a avaliação de cultivares que compõe o Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo do Rio Grande do Sul (EECT-RS). Os ensaios são realizados em condições padronizadas.

Em cada ensaio são avaliados 34 genótipos de trigo, as 30 cultivares do EECT-RS do res-



Espécies de afídeos vetoras de Barley yellow dwarf virus (*Rhopalosiphum padi*) pulgão da aveia ou do colmo



Espécies de afídeos vetoras de Barley yellow dwarf virus (*Sitobion avenae*) pulgão da espiga



Espécies e afídeos vetoras de Barley yellow dwarf virus (*Metopolophium dirhodum*) pulgão da folha



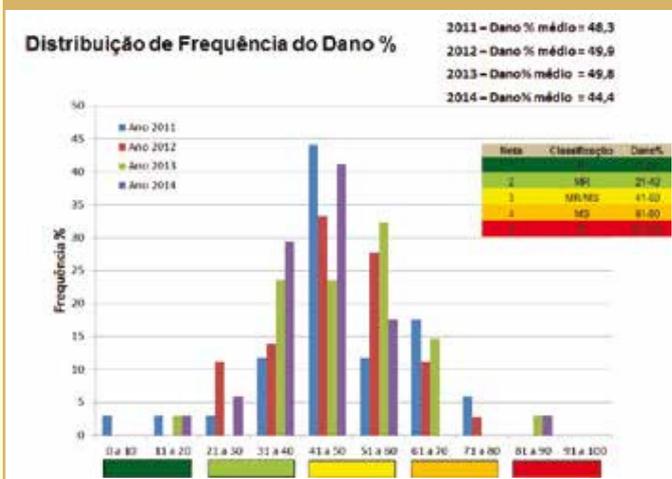
Avermelhamento das folhas de aveia-preta causado por BYDV-PAV

pectivo ano e quatro testemunhas (BRS Timbaúva e BR 35, tolerantes ao BYDV; Embrapa 16 e BR 14, intolerantes ao BYDV). Como vetor utiliza-se *R. padi*, portando um isolado BYDV-PAV. O inóculo viral é multiplicado em plantas de aveia-preta que são empregadas na criação de *R. padi* virulíferos. O ensaio é realizado em telado da Embrapa Trigo, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, entre julho e novembro. As cultivares de trigo são semeadas na primeira semana de julho em vasos plásticos (capacidade de sete litros). Após a emergência, realiza-se o desbaste, mantendo-se cinco plantas por vaso. Para cada cultivar, cinco vasos são submetidos à inoculação (infestação com *R. padi* virulífero). Outros cinco vasos não são inoculados e servem como testemunha do padrão de desenvolvimento e potencial produtivo do genótipo nas condições em que o ensaio é conduzido. A inoculação é realizada no estágio de duas folhas expandidas. Os vasos a serem inoculados são transferidos para outro telado, onde cada uma das plantas recebe um fragmento de folha, com dez pulgões, posicionado na intersecção entre as duas folhas. Dois dias após, é realizada nova infestação nas plantas que contêm menos de dez pulgões. O período para a transmissão do vírus é de uma semana, após aplica-se inseticida. Depois da morte dos pulgões, os vasos inoculados são transferidos para o telado inicial e, para cada genótipo, formam-se cinco pares, compostos por um vaso inoculado e um vaso não inoculado, que são distribuídos aleatoriamente na área do telado. Nitrogênio em cobertura é aplicado na forma de ureia (80kg/ha) no estágio de afilamento. Durante o ensaio são aplicados inseticidas e fungicidas para evitar a ocorrência de insetos e de doenças. As avaliações visuais de sintomas são realizadas

nos estádios de alongamento do colmo e espigamento. A avaliação visual de sintomas é realizada por comparação da estatura e massa da parte aérea, estimando-se a redução que o conjunto de plantas inoculadas apresenta em relação ao conjunto de plantas não inoculadas para cada um dos cinco pares de vasos de cada cultivar. São atribuídas notas de acordo com a seguinte escala: 1 = 0% a 20% de redução; 2 = 21% a 40% de redução; 3 = 41% a 60% de redução; 4 = 61% a 80% de redução, e 5 = redução superior a 81%. Ao final do ensaio, cada vaso é colhido separadamente e determinado o peso total de grãos para cada unidade experimental (vaso). As comparações são realizadas utilizando-se o peso de grãos produzido por vaso (g/vaso). O dano causado por BYDV-PAV sobre a produtividade de grãos é estimado para cada cultivar comparando-se o tratamento "Plantas Inoculadas" (I) com o tratamento "Plantas Não Inoculadas" (NI).  $Dano\% = \frac{(NI - I)}{NI} \times 100$ , onde: NI = peso de grãos/vaso para o tratamento plantas não inoculadas; I = peso de grãos/vaso para o tratamento plantas inoculadas.

No ensaio de 2014, todas as cultivares avaliadas apresentaram sintomas com notas médias variando entre 1,9 e 5 (Tabela 1). Para a maioria das cultivares houve variação na nota atribuída entre as repetições. Em geral, as plantas com nota igual ou superior a 4, além da pronunciada redução da estatura e da massa da parte aérea, também apresentaram atraso do ciclo de desenvolvimento e severo amarelimento das folhas. Incluem-se nesse grupo, Mirante, única cultivar com nota 5 em todas as repetições, e as cultivares BR 14 (apenas uma nota abaixo de 5), Estrela Átria, CD 1550, Jadeite 11, FPS Nitron,

Impactos à produtividade causados pelo nanismo amarelo. O gráfico representa a distribuição de frequência por classe de Dano % (redução do potencial produtivo quando da infecção em estágio inicial de desenvolvimento) sofrido pelas cultivares que compunham o Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo do Rio Grande do Sul nos anos 2011, 2012, 2013 e 2014



Ametista e TBIO Sintonia. As cultivares que demonstraram menor efeito da virose com notas médias abaixo de 3 foram LG Oro, BR 35, BRS Parrudo, TecFrontale e ORS Vintecino. Os danos à produtividade de grãos causados por BYDV-PAV, em média, foram de 44,4%. A distribuição de frequência foi: danos 0%-20% = 2,9% (1); 21%-40% = 35,3% (12); 41%-60% = 58,8% (20); 61%-80% = 0% (0) e 81%-100% = 2,9% (1). A maior redução observada foi de 88,9% (Mirante) e a menor de 20,1% (ORS Vintecino) (Tabela 1). A correlação entre a produtividade dos vasos inoculados e a dos não inoculados foi 0,64. A correlação entre a avaliação visual de sintomas e dano % foi de 0,73. A correlação entre NI e dano % foi de -0,21, e a correlação entre I e dano % foi de -0,87. A única cultivar com dano entre 0%-20% foi ORS Vintecino (Tabela 1). A produtividade obtida dos vasos não inoculados dessa cultivar foi próxima à média, e a produtividade dos vasos inoculados acima da média (+1 desvio padrão). As cultivares LG Oro, BRS Parrudo, TEC Frontale, e BR 35 também se destacaram positivamente como um grupo que apresentou dano entre 21%-40%. As cultivares com produtividade acima da média (+1 desvio padrão) na presença do vírus foram ORS Vintecino, TecFrontale, LG Oro, Fundacep Horizonte e TBIO Pioneiro. As cultivares com produtividade abaixo da média (-1 desvio padrão) na presença do vírus foram Mirante, CD 1550, BR 14, TBIO Sintonia. Considerando a combinação entre nota visual de sintomas e produtividade das plantas inoculadas, as cultivares Mirante, CD 1550, BR 14 e TBIO Sintonia foram aquelas que se mostraram mais intolerantes à infecção por BYDV-PAV. Pelo mesmo critério as cultivares LG Oro, TEC Frontale e ORS Vintecino se mostraram as mais tolerantes à infecção.

Tabela 1 - Cultivares de trigo, produtividade das plantas não inoculadas e inoculadas, dano % e nota média da avaliação visual da reação ao BYDV-PAV, agente causal do nanismo amarelo. Passo Fundo, 2014

Cultivar	NI	I	Dano %	Nota
ORS VINTECINCO	31,0	24,8	20,1	2,8
BRS TIMBAÚVA	22,3	16,1	27,8	3,1
LG ORO	29,2	20,9	28,5	1,9
BRS PARRUDO	29,6	20,2	31,7	2,3
TEC FRONTALE	33,9	22,5	33,5	2,8
BRS 331	27,6	17,9	35,3	3,4
TEC 10	28,7	18,5	35,7	3,4
BR 35	25,2	16,2	35,7	2,1
EMBRAPA 16	24,6	15,6	36,5	3,2
FUNDACEP HORIZONTE	33,0	20,9	36,7	3,6
TEC VIGORE	30,6	19,2	37,1	3
BRS MARCANTE	32,0	19,3	39,6	3,3
TBIO MESTRE	28,7	17,3	39,7	3,3
TBIO ITAIPU	34,5	20,4	41,0	3
FUNDACEP BRAVO	31,9	18,3	42,8	3,5
QUARTZO	24,2	13,8	42,9	3,7
ESTRELA ÁTRIA	32,7	18,4	43,6	4,3
TBIO PIONEIRO	36,8	20,7	43,7	3,9
MARFIM	27,5	14,8	46,2	3,5
FPS NITRON	26,5	14,2	46,3	4
BRS 327	30,9	16,5	46,7	3,3
CD 1440	27,7	14,7	47,1	3,6
BR 14	22,7	11,8	48,0	4,9
TBIO IGUAÇU	32,5	16,7	48,6	3,8
TBIO SINUELO	30,5	15,4	49,4	3,5
TBIO CELEBRA	32,8	16,2	50,7	3,3
JADÉITE 11	30,3	14,9	50,8	4
TOPÁZIO	29,9	14,5	51,4	3,8
BRS GUAMIRIM	28,1	13,1	53,4	3,9
AMETISTA	28,5	13,3	53,4	4
LG PRISMA	29,2	12,7	56,7	3,3
CD 1550	28,2	11,4	59,8	4,3
TBIO SINTONIA	29,9	11,9	60,4	4
MIRANTE	21,7	2,4	88,9	5
Média	29,2	16,3	44,4	3,5

Dados apresentados na 9ª Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale (7 a 9 de julho de 2015, Passo Fundo – RS)  
 NI - produtividade (g/vaso) para o tratamento “plantas não inoculadas”;  
 I - produtividade (g/vaso) para o tratamento “plantas inoculadas”; Dano % = (NI - I)/(NI)\*100; Nota - redução visual na estatura e massa da parte aérea ao se comparar as plantas inoculadas com as não inoculadas; Cores das células para I e NI: Vermelho menor que média; -1 desvio padrão, amarelo entre a média e; 1 desvio padrão, verde maior que a média; +1 desvio padrão. Para Dano % - 0% a 20% verde-escuro; 21% a 40% verde-claro; 41% a 60% amarelo; 61% a 80% laranja e redução superior a 81%, vermelho.

De acordo com os ensaios realizados desde 2011, o dano percentual às cultivares de trigo devido à infecção viral variou entre 44,4% e 49,9%. Na Tabela 2 podem ser comparadas as estimativas de Dano % causado por BYDV-PAV para todas as cultivares que estiverem presentes no ensaio estadual durante este período. 

**Douglas Lau,**  
**Paulo Roberto Valle da S. Pereira e**  
**Ricardo Lima de Castro,**  
 Embrapa Trigo

Tabela 2 – Dano % estimado causado por BYDV – PAV em cultivares que integravam o Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo do Rio Grande do Sul nos anos de 2011, 2012, 2013 e 2014

Cultivar	Cruzamento	2011	2012	2013	2014	Média
Fundacep Campo Real	CEP 889171 / PF 869114 // ORI	15,41				15
ORS Vintecinco	Vanguarda/TEMU 2624-00				20,1	20
JF 90			29,2	12,1		21
TEC Vigore	Fundacep Cristalino/Pampeano	7,19	35,8	30,5	37,1	28
LG Oro	Fundacep 30/Fundacep Cristalino				28,5	29
Fundacep 52	CEP 88132/PG 876//BR34/CRDN			32,9		33
Campeiro	ORL 97217//BRS 177/Avante			33,5		33
TEC 10	CEP 99131/Fundacep 30//Abalone				35,7	36
BRS Timbaúva	BR 32/PF 869120	43,68	41,1	31,8	27,8	36
TEC Triunfo	BRS 177/CEP 9612//Ônix	33,92	41,1			37
TEC Frontale	ORL 95688/Embrapa 16		36,9	42,3	33,5	38
TBIO Selete	ORL 04300/Ônix	36,64	27,8	48,4		38
BRS Parrudo	WT89109/TB0001			43,7	31,7	38
TBIO Alvorada	Vaqueano/Abalone		43,3	33,0		38
Fundacep Bravo	Rubi/Fundacep 37	21,67	48,8	40,5	42,8	38
Turqueza	Pampeano/ORL 98231//Cronox	38,14	40,8			39
BRS Marcante	PF 980533/PF 970227//BRS Guamirim				39,6	40
BRS 329	PF 88618/Koker80.33//Frontana/Kari	48,84	30,7			40
CD 123	BRS 177/CD 108	40,59	41,8			41
BRS 296	PF 93232/COOK*4/VPM1	42,64				43
Fundacep Horizonte	BRS 119/CEP 97184	45,84	38,4	49,8	36,7	43
CD 121	ORL 96688/CD 116	50,05	38,8			44
BR 35	IAC5*2/3/CNT7*3/Londrina//IAC5/Hadden	46,73	46,0	51,1	35,7	45
TBIO Pioneiro	Cronox/Vaqueano	44,92	46,6	48,3	43,7	46
FPS Nitron	ORL94300/Ônix				46,3	46
TBIO Sinuelo	Quartzo/3/Fundacep30/Ônix//Pampeano/4/Quartzo		42,8	47,3	49,4	46
BRS 327	CEP 24/BRS 194	47,78	54,8	36,9	46,7	47
CD 1440	Ônix/CDFA 2001129			51,5	47,1	49
CD 122	IPR 85/WT 96168	41,04	57,8			49
Marfim	ORL 94101/2*ORL 95688	48,98	53,2	50,5	46,2	50
CD 124	ORL 95282 / CD 2019	46,95	53,3			50
CD 119	BRS 49/CDI 0303	50,15				50
TBIO Itaipu	Quartzo/Safira	41,68	60,3	58,3	41,0	50
BRS 331	PF 990606/WT 98109	68,08	57,5	40,6	35,3	50
TBIO Celebra	Marfim/Quartzo//Marfim				50,7	51
Quartzo	Ônix/Avante	50,52	55,1	56,3	42,9	51
TBIO Tibagi	Supera/Ônix	54,72	49,1	51,3		52
Jadeide	Campo Real/Vanguarda//Ônix			53,0	50,8	52
TBIO Mestre	IBIO 0810/Cronox// ORL 00255		54,4	62,5	39,7	52
BRS Guamirim	EMB 27/BUCK NANDU//PF 93159	59,65	48,1	49,9	53,4	53
Berilo		53,82				54
EMBRAPA 16	Hulha Negra/CNT7//Amigo/CNT7	61,53	62,8	54,8	36,5	54
Estrela Átria	Ônix/Fundacep30//Vaqueano/3/Vaqueano			64,5	43,6	54
BRS328	Klein H 3394 e 3110/PF 990744	63,38	43,6	58,3		55
CD 1550	Ônix/CDFA 001129		46,8	59,9	59,8	55
BR 14	IAS63/Alondra Sib//Gaboto/Lagoa Vermelha	44,96	64,0	65,4	48,0	56
LG Prisma	BRS Timbaúva/Abalone				56,7	57
CD 114	PF 89232/OC 938		57,0			57
TBIO Iguaçú	Quartzo/Safira	65,62	65,9	56,6	48,6	59
TBIO Sintonia	Marfim/Quartzo/Marfim				60,4	60
Topázio	Pampeano 'S' / Abalone	71,59	57,8	61,7	51,4	61
CD 120	Rubi/CD 105	61,40				61
Ametista	PF 950351/Abalone//Ônix	53,77	73,2	65,4	53,4	61
Fundacep Raízes	EMB 27/CEP 24/3/BUCS*/FCTS*/PF 85229	63,19	63,0	60,2		62
Mirante	Ônix/Taurum/Ônix	78,30	87,1	89,5	88,9	86
Média		48,3	49,9	49,8	44,4	43,4

Dados Douglas Lau – Embrapa Trigo. As células em branco não contém informação, pois a cultivar não estava em teste naquele ano. Valores médios devem ser considerados com cautela, pois algumas cultivares foram avaliadas em um único ano.