



## **Virose do mosaico do trigo – ciclo da doença**

Erlei Melo Reis<sup>1</sup>

Sandra Zodan<sup>1</sup>

Vânia Bianchin<sup>2</sup>

Anderson Luiz Durante Danelli<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>) OR - Melhoramento de Sementes Ltda - Passo Fundo, RS

(<sup>2</sup>) Embrapa Trigo - Passo Fundo, RS

(<sup>3</sup>) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - UPF



### **Introdução**

O mosaico do trigo causado pelo *Soil-borne wheat mosaic virus* (SBWMV) foi descrito pela primeira vez nos Estados Unidos em 1919 (McKINNEY, 1925). No Brasil foi relatado em trigo por Pierobom et al. (1972). No entanto, pelo menos outras nove espécies de vírus, transmitidas pelo mesmo vetor, são capazes de causar mosaico em cereais de inverno, dessas, outras cinco, além de SBWMV, são capazes de infectar plantas de trigo (KANYUKA et al., 2003). Vale ressaltar que os sintomas são semelhantes, variando inclusive com as cultivares, o que torna improvável que as espécies sejam diferenciadas através do diagnóstico visual.

O mosaico é de ocorrência freqüente em cultivares de trigo suscetíveis [Alcover, BR 18-Terena, BRS Buriti, BRS Figueira, BRS Guamirim, CD 106, Fundacep 40, Fundacep 47, Fundacep 50, Fundacep 51, Fundacep 52, Fundacep Cristalino, Fundacep Nova Era, IAPAR 78, IPR 84, IPR 85, IPR 118 e OR1 (INFORMAÇÕES..., 2012)], especialmente se cultivados em solos compactados, em plantio direto e estações chuvosas e frias (Tabela 1).

É uma doença que ocorre esporadicamente sendo mais freqüente em área compactadas e em safras com precipitação pluvial freqüente nos meses de junho a setembro (Tabela 1). Na safra 2009, no sul do Brasil, ocorreu na maioria das lavouras com grande intensidade. Algumas lavouras mais de 50% das plantas apresentavam sintomas da virose.

Tabela 1. Dados de temperatura do ar e chuva ocorrentes na safra 2009 nos meses, decêndios (1, 2 e 3) e normais

Decêndios	Junho				Julho				Agosto			
	1	2	3	Normais	1	2	3	Normais	1	2	3	Normais
Tmáxima	15,8	17,6	19,3	18,4	17,9	15,2	14,6	18,5	18,4	21,7	22,9	19,9
Tmédia	9,4	10,7	12,9	12,7	12,7	10,1	8,6	12,8	13,5	15,3	15,8	14
Tmínima	5,4	6,6	9,6	8,9	9,3	6,5	4,3	8,9	10,2	10,6	10,5	9,9
P.pluvial	16,4	27,9	30,9	129,4	95,0	102,8	24,5	153,4	185,3	82,7	0,9	165,7

T = temperatura °C; P = precipitação (mm).

Fonte: Embrapa trigo captado online (Outubro 2009).

### Nomes comuns da doença

Virose do mosaico do trigo, mosaico verde, mosaico amarelo, mosaico estriado do trigo, virose da estria amarela do trigo e mosaico roseta. Para que o nome comum seja útil à diagnose no campo se deveria chamar de virose do mosaico estriado do trigo (Figura 1).



Figura 1. Sintomas da virose do mosaico em folhas de trigo.

### **Hospedeiros**

São citadas como plantas hospedeiras o trigo, triticale, centeio, cevada, *Bromus* sp. (WIESE, 1987).

### **Danos**

Embora se tenham poucas informações a respeito dos danos causados, Dalbosco et al. (2002) encontraram redução de até 61% (variando de 7 a 61%) no peso de grãos em plantas sintomáticas de trigo e triticale. Relatos citam que pode causar uma redução no rendimento de grãos de 50–70%, em cultivares suscetíveis na França e Itália (BUDGE e HENRY, 2002, RUBIES-AUTONELL et al., 2003).

### **Etiologia**

A virose do mosaico do trigo é causada por um vírus pertencente ao gênero *Furovirus*, ainda não classificado quanto a família. Este vírus é caracterizado por apresentar partículas na forma de bastonetes e ser transmitido por “fungo” de solo.

A nomenclatura dos vírus não segue a nomenclatura dos demais seres vivos com binômio em latim, mas sim com nomes em inglês. A virose do mosaico estriado do trigo é causada pelo *Soil-borne wheat mosaic virus* (SBWMV), (tradução = vírus do mosaico do trigo disseminado pelo solo). Corretamente a doença é denominada virose (mosaico) e o agente causal vírus (SBWMV).

### **Inóculo (partículas virais)**

O inóculo do vírus causador do mosaico estriado do trigo é constituído por uma partícula bipartida (duas partes, uma maior e outra menor) em forma de bastonetes, medindo cerca de 20 nm de diâmetro e 280 e 140nm de comprimento, respectivamente. Partículas de ambos os tamanhos são necessárias para causar a infecção (Figura 2).

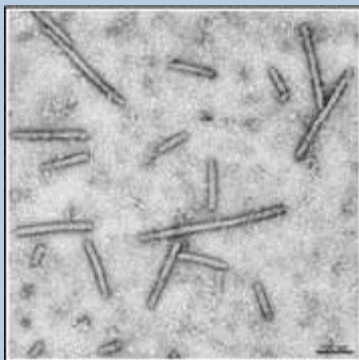


Figura 2. Partículas bipartidas (dois comprimentos) bastonetiformes de SBWMV

## Vetor

Vetor é um organismo capaz de transportar e transmitir um patógeno, neste caso um vírus. São exemplos de vetores especialmente insetos, nematóides, fungos e protozoários.

O SBWMV é transmitido por um protozoário do solo, *Polymyxa graminis* Led., um parasita biotrófico de raízes de muitas plantas superiores.

**Morfologia do vetor.** O vetor do SBWMV, *P. graminis*, pertence ao grupo de microrganismos (Ex-fungos limosos) Plasmodiophoromycetes. Este organismo produz esporos de repouso que abrigam partículas virais, protegendo-as do ambiente externo (CAMPBELL, 1996; KANYUKA ET al., 2003).

Os **zoósporos** são biflagelados com 4,2 µm de diâmetro. As partículas do vírus podem estar internamente ou fortemente aderidas à superfície destes esporos.

**Plasmódios.** Após penetrar no hospedeiro o protoplasma do zoósporo se expande num plasmódio que ocupa todo o espaço celular. O plasmódio eventualmente se segmenta em novos zoósporos ou, dentro de duas a quatro semanas após a infecção, em esporos de repouso com parede espessa, lisa, medindo 5 – 7 µm de diâmetro.

**Esporos de dormência.** Aglomerados de esporos de dormência são observados nas células do córtex ou da epiderme das raízes (Figura 3 e 4).

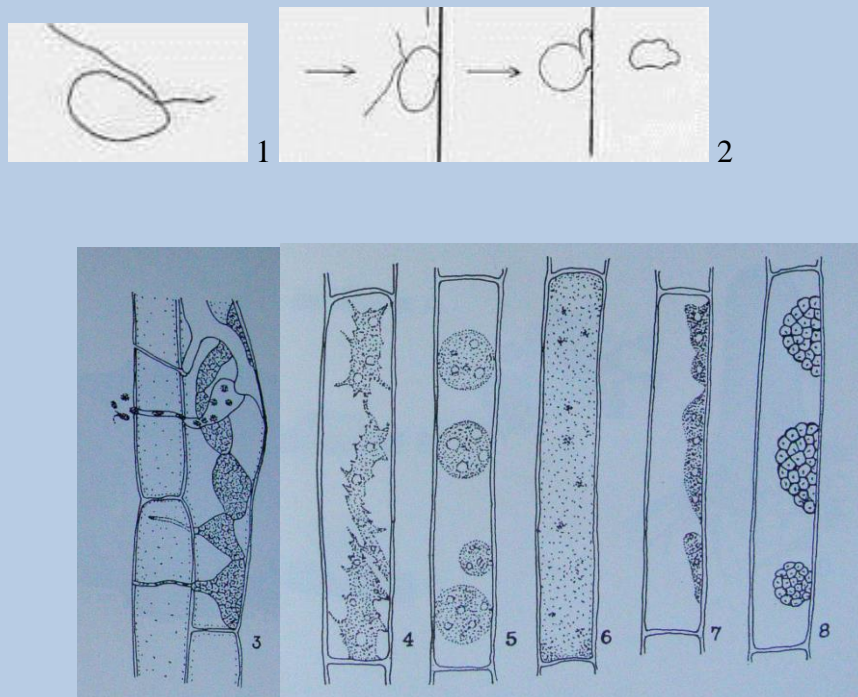


Figura 3. Morfologia de *Polymyxa graminis*. Estruturas presentes em células radiculares do trigo: 1 – zoósporo livre, zoosporo aderido a raiz; 2 - cisto na superfície da raiz e plasmódio no interior da célula; 3 – Esporângios com tubos de descarga de zoósporos, atingindo o exterior; 4 – Mixamebas durante o crescimento vegetativo ativo; 5 – Merontes formados pela divisão das mixamebas; 6 – Merontes coalescidos; 7 – Mixamebas antes da segmentação em esporos de descanso 8 – Início da formação de aglomerado de esporos de descanso.

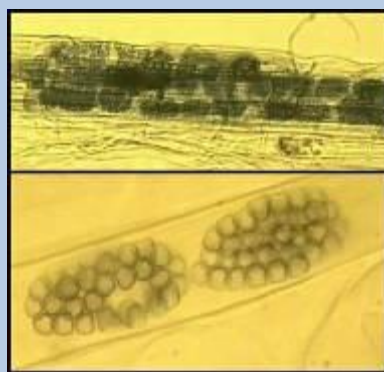


Figura 4. Raízes de gramínea com protoplasma clarificado mostrando a presença de aglomerados de esporos de descanso de *Polymyxa graminis*. As partículas infectivas do vírus então dentro dos esporos. Acima: menor aumento e abaixo maior aumento.

#### **Ciclo das relações patógeno-hospedeiro.**

O entendimento detalhado do ciclo, ou do desenvolvimento da doença, leva ao aperfeiçoamento do seu controle pela observação do manejo integrado. As estratégias de controle visam sempre interferir numa ou mais fases do ciclo.

O ciclo de uma virose é constituído pelas seguintes sub-fases do processo: sobrevivência do patógeno, necessidade de um vetor, aquisição do vírus pelo vetor, transporte/disseminação pelo vetor, localização do hospedeiro, transmissão, colonização (parasitismo) e na maior parte das vezes a expressão dos sintomas.

#### **Sobrevivência e fontes de inóculo primário**

O vírus sobrevive no solo em estreita associação com o protozoário vetor. Os esporos de dormência virulíferos podem sobreviver no solo por mais de 10 anos (RICHARD-MOLARD, 1985). Portanto a fonte de inóculo é o solo contendo os esporos

de descanso. O solo se mantém infestado por vários anos, esperando para infectar a próxima gramínea hospedeira cultivada num ambiente favorável à infecção, no momento em que os zoósporos contendo o vírus germinam. Estas estruturas liberam zoósporos primários. É desconhecida a existência de replicação do vírus no interior do vetor, indícios sugerem que a replicação não ocorre (CAMPBELL, 1996).

### **Aquisição do vírus pelo vetor**

Observando a semelhança com o protozoário *Spongospora subterranea* Wallr. (vetor do vírus que causa a sarna pulverulenta da batata), é possível inferir que: em uma área de solo, uma vez que os vírus causadores do mosaico tenham se associado a população de *P. graminis*, e este solo seja cultivado (ao menos esporadicamente) com alguma espécie hospedeira, permanecerá para sempre com capacidade infectiva através dos esporos de dormência virulíferos, os quais podem permanecer por décadas viáveis, dispensando assim o processo de novas aquisições como ocorre em outros patossistemas virais.

### **Condições ambientais e o desenvolvimento da doença.**

**Temperatura do solo.** A temperatura ótima para a infecção de *P. graminis* é variável de acordo com os isolados e frequentemente refletem a temperatura do local de onde o isolado é comumente encontrado: isolado da Índia 27-30 °C de países com clima frio 15-18 °C; do estado de Nova Iorque a temperatura ótima para a transmissão é de 15 °C, com transmissão significativa ocorrendo em câmara de crescimento num tempo de menos de 24 horas, existindo suficiente água no solo. A temperatura do solo na faixa de 10 a 20°C favorece os processo de infecção e colonização (WIESE, 1987). Deve-se ressaltar que é baixa a transmissão a 6,5 °C, sugerindo que o SBWMV é transmitido no outono ou na primavera em regiões com clima temperado. Com o aumento da temperatura na primavera o processo de colonização é desacelerado.

**Água no solo.** A presença de água no solo é fator limitante para que os zoósporos se movimentem ativamente e atinjam as raízes do hospedeiro. O limiar do potencial mátrico é de -20 e -40 kPa. Isto indica que os poros do solo entre 7,4 e 14,7 µm devem estar repletos com água para que ocorra a infecção-transmissão para as raízes.

Os principais fatores que contribuem para o encharcamento do solo são a intensidade e frequência da precipitação pluvial e o plantio direto resultando em maior compactação do solo.

Os principais fatores predisponentes para a ocorrência severa da doença são temperatura de 15 – 18°C (WIESE, 1987), solo encharcado e cultivares suscetíveis. As condições climáticas ocorridas na safra 2009, principalmente nos meses de junho e julho em relação a temperatura e precipitação pluvial podem contribuir para esclarecer a razão da epidemia do mosaico estriado (Tabela 1).

**Disseminação.** A disseminação passiva do vírus é feita pelo vetor presente em solo aderido a equipamentos agrícolas, enxurradas, vento dispersando partículas de solo com os esporos de dormência; ou ativamente pelos zoósporos nadando na água do solo até atingirem as raízes do hospedeiro.

**Penetração/transmissão.** Uma vez atingindo as raízes do hospedeiro, os zoósporos de *P. graminis* se encistam na superfície do córtex das células radiculares e penetram as células radiculares do hospedeiro. Os zoosporos contendo internamente ou externamente, as partículas do SBWMV, são introduzidos nas células corticais. Desta maneira começam os ciclos de vida do vetor e do vírus.

Após a penetração nos hospedeiro um ou dois tipos de plasmódios (massa de protoplasma multinucleada não móvel) de *P. graminis* pode se formar em células corticais da raiz. O plasmódio pode originar tanto zoosporos secundários ou esporos de dormência, em ambos os casos serão portadores do vírus.

O movimento do vírus na planta é tido como lento, passando de célula a célula do hospedeiro, desde que estas estejam vivas. O xilema por ser uma estrutura morta não conduz vírus, embora tenha sido constatada a presença de SBWMV nestes vasos (VERCHOT et al., 2001), faz-se necessário maiores investigações a respeito (KANYUKA ET al., 2003).

**Colonização.** Consiste na replicação das partículas do vírus dentro das células (exercendo o parasitismo), a invasão de novas células, através do movimento de célula a célula e de órgãos da planta torna a infecção sistêmica, culminando com a manifestação dos sintomas, ou em alguns casos ocasionando infecções latentes, isto é, sem a

expressão dos sintomas que resultam em danos imperceptíveis e, portanto, não contabilizados.

### **Sintomatologia**

Dado um período de tempo requerido para o movimento sistêmico do SBWMV ocorre a expressão dos sintomas, desde que as condições de clima e de título viral (quantidade de vírus na planta) sejam favoráveis.

**Em lavouras** – Ocorre em manchas, reboleiras, faixas (Figuras 5 e 6), estas estão geralmente relacionadas com o encharcamento do solo, que por sua vez esta relacionada com a compactação do solo. A deposição de calcário também contribui para o aparecimento dos sintomas. Todos estes fatores obrigatoriamente devem estar atrelados a presença do vetor virulífero na área.

**Em plantas** – Mais proeminente e úteis a diagnose são as estrias amarelas, paralelas ao longo das folhas (Figura 8). Deveria ser chamado de mosaico estriado devido a utilidade prática na diagnose.

Em cultivares muito suscetíveis podem ser observados também nanismo e sintomas de roseta (Figura 1 e 7).



Figura 5. Lavouras com sintomas da virose do mosaico estriado do trigo.





Figura 6. Faixa compactada pelo rodado do tratar, com solo molhado, aumentando a incidência e severidade do mosaico.



Figura 7. Sintomas de roseta em plantas de trigo com ataque severo do vírus.



Figura 8. Sintomas foliares de estrias amarelas causadas pelo SBWMV, em trigo.

### Ciclos secundários

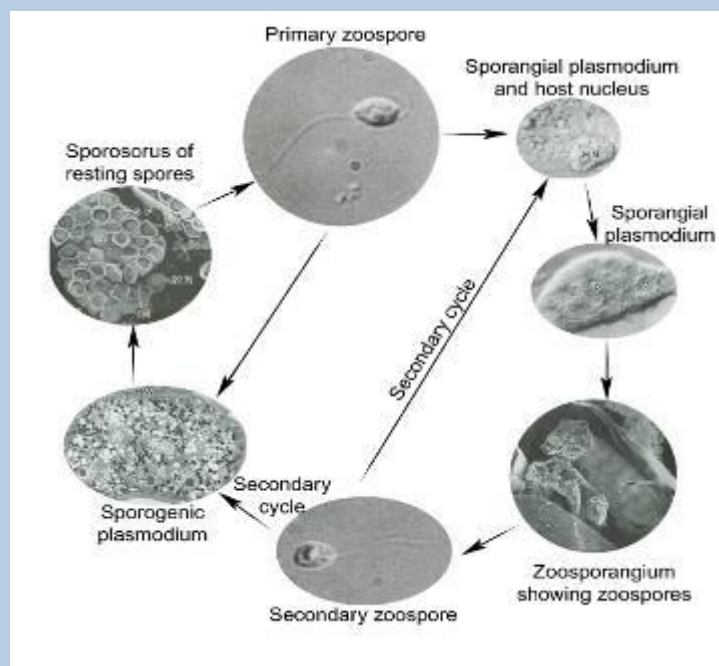


Figura 9. Ciclo de *Polymyxa graminis*. A infecção pode resultar tanto pela produção de zoosporos secundários ou pelos produzidos nos esporos descanso (Carroll et al. 1.998).

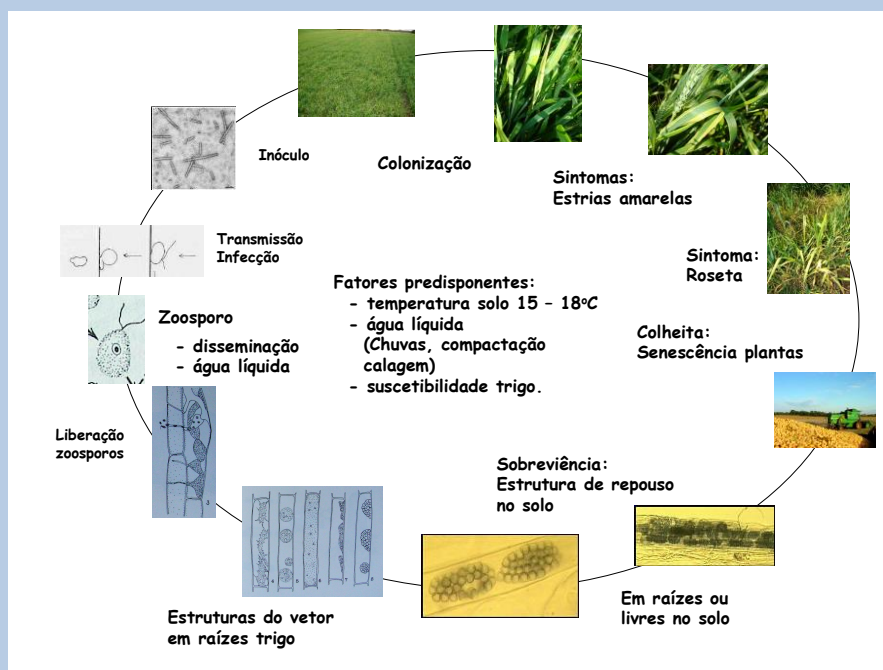


Figura 10. Ciclo do mosaico do trigo e de *Polymyxa graminis* (Reis & Danelli).

## Referências bibliográficas

BUDGE, G.; HENRY, C.M. Assessing resistance of UK winter wheat varieties to Soil-Borne Wheat Mosaic Virus and Wheat Spindle Streak Mosaic Virus. *Cereals Authority*. London, UK: Home-Grown. HGCA Project Report, n. 293, 2002.

CAMPBELL, R.N. Fungal transmission of plant viruses. *Annual Review Phytopathology*, v.34, p.87-108, 1996.

CARROLL, J.E.; LITTELFIELD, L.J.; WHALLON, J.H.; DOSS, P.J.; HASSAN, Z.H. Postinfection development of *Polymyxa graminis* in roots of *Triticum aestivum*. *Mycologia*, v.90, p.869-882, 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Centro Nacional de Pesquisa de Trigo – Embrapa-Trigo: [www.cnpt.embrapa.br](http://www.cnpt.embrapa.br) . Acesso 08 de outubro de 2009.

INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA SAFRA 2008: TRIGO E TRITICALE. I Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. Londrina, Embrapa-Soja, 2008. 147p.

McKINNEY, H.H. A mosaic disease of winter wheat and winter rye. US Department Agriculture, n.1361, 1925.

PIEROBOM, C. R. . Ocorrência de *Polymyxa graminis* Led. Em trigo no Rio Grande do Sul. In: V REUNIAO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FITOPATOLOGIA, FORTALEZA, 1972.

RICHARD-MOLARD, M. Beet rhizomania disease - the problem in Europe. *Report of the 1984 British Crop Protection Conference - Pests and Diseases*, p. 837-845, 1985.

RUBIES-AUTONELL, C.; VALLEGA, V.; RATTI, C. Reactions of cultivars of common wheat (*Triticum aestivum* L.) to soil-borne wheat mosaic virus in northern Italy. *J. Plant Disease*, v. 110, p.332– 336, 2003.

VERCHOT, J., DRISKEL, B.A., ZHU, Y., HUNGER, R.M. and LITTLEFIELD, L.J. Evidence that soil-borne wheat mosaic virus moves long distance through the xylem in wheat. *Protoplasma*, v.218, p.57–66, 2001.

WIESE, M.V. Compendium of wheat disease. Lincoln: The American Phytopathological Society, p. 78-79, 1987.



**OR Melhoria de Sementes Ltda**  
**Trigos que rendem com qualidade industrial diferenciada**