

DOENÇAS CAUSADAS POR PATÓGENOS TRANSMITIDOS POR INSETOS: COMPLEXO ENFEZAMENTO/MOSAICO

Elizabeth Oliveira ⁽¹⁾, José Magid Waquil ⁽¹⁾ e Nicésio F.J.A. Pinto ⁽¹⁾

O plantio de segunda época de milho ocupa, aproximadamente, 1,5 milhão de hectares e contribui com cerca de 10% na produção total do País, chegando a representar 25% da produção no Estado de São Paulo. A expansão da "safrinha", aliada à adoção da irrigação que, em alguns locais, permite o cultivo do milho durante o ano todo, foi acompanhada por um aumento significativo na incidência de pragas e doenças, com prejuízos anuais estimados em mais de 1 bilhão de dólares (CNPMS/EMBRAPA, 1996).

As doenças cujos patógenos são transmitidos por insetos, entre elas o complexo de enfezamento e a virose do mosaico comum do milho, assumem hoje especial importância, devido à constatação de sua ocorrência em altos níveis, à suscetibilidade de muitos híbridos comerciais de milho e aos prejuízos que podem causar à produção (Oliveira et al., 1995; Waquil et al., 1996).

O complexo de enfezamento do milho é causado pela presença, no floema das plantas, de patógenos procariontes (Mollicutes) e por vírus, que podem infectar a planta simultaneamente, confundindo os sintomas e dificultando a diagnose precisa da doença em questão. Os estudos sobre a etiologia desse complexo na América do Norte remontam aos anos 40, sendo seus agentes etiológicos corretamente identificados nos anos 70 e 80. Duas doenças principais são componentes desse complexo: o enfezamento pálido ("corn stunt" - raça Rio Grande; "corn stunt spiroplasma") e o

⁽¹⁾ Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo/EMBRAPA, Caixa Postal 151, 35701-970 Sete Lagoas (MG).

enfazamento vermelho ("corn stunt" - raça Mesa Central; "maize bush mycoplasma"; "maize bushy phytoplasma"), causadas, respectivamente, por espiroplasma e por fitoplasma (Gordon et al., 1981; Davis & Worley, 1977; Chen & Liao, 1975; Davis et al., 1984; Bascope & Galindo, 1981).

As plantas de milho infectadas por espiroplasma apresentam encurtamento de internódios e, na base das folhas, formam-se largas faixas esbranquiçadas, irregulares em direção ao ápice. Durante o enchimento de grãos os sintomas da doença são claramente visíveis e, quando são produzidas espigas, estas apresentam poucos grãos, grãos frouxos, pequenos, descoloridos ou manchados. Alguns cultivares secam precocemente, ou tombam antes da maturidade, devido ao enfraquecimento causado pela doença. Em condições de altas temperaturas (31°C, dia e 27°C, noite), os sintomas aparecem mais rapidamente e, em temperaturas amenas (27°C, dia e 18°C, noite), as faixas esbranquiçadas, típicas, não se formam, ocorrendo apenas o amarelecimento e avermelhamento nas bases das folhas superiores (Nault, 1980; Oliveira et al., 1995).

Em geral, quando o fitoplasma está presente nas plantas de milho, por ocasião do enchimento de grãos, observa-se o desenvolvimento de clorose nas margens e ápice das folhas e posterior avermelhamento. As plantas assemelham-se a arbustos, podendo apresentar folhas curvadas e curta proliferação de espigas e perfilhamento na base da planta e nas axilas foliares. Contudo, nem todos os cultivares desenvolvem a coloração vermelha quando infectados por esse patógeno (Nault, 1980). Nos Estados Unidos da América, a virose "maize chlorotic mottle" (MCMV) encontra-se freqüentemente associada ao complexo do enfazamento do milho (Scott et al., 1977).

No Brasil, a virose do raiado-fino tem sido encontrada, com freqüência, ocorrendo simultaneamente com os enfazamentos causados por espiroplasma e por fitoplasma. A virose do raiado-fino, causada por vírus com partículas isométricas, caracteriza-se pela presença de numerosos pontos cloróticos ao longo das nervuras secundárias das folhas, assumindo aspecto de riscas finas (Gamez, 1979; Gamez 1980; Balmer, 1980).

O inseto vetor dos patógenos dos enfazamentos pálido e vermelho e da virose do raiado-fino, é a cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis*, que transmite de forma persistente. A cigarrinha-do-milho adquire os patógenos ao se alimentar em plantas infectadas e, após períodos de incubação, de 12 a 28 dias para espiroplasma, 22 a 26 dias para fitoplasma e de 7 a 37 dias para o vírus do raiado-fino, passa a transmiti-los para plantas sadias

durante várias semanas. Isto explica a freqüente ocorrência simultânea dessas doenças em milho (Gordon et al., 1981; Nault, 1980; Shurtleff, 1986).

Na natureza, a gama de hospedeiros alternativos desses patógenos e de *D. maidis* é muito restrita e inclui apenas espécies do gênero *Zea* para espiroplasma e fitoplasma, espécies dos gêneros *Zea*, *Tripsacum*, e *Rotboellia exaltata* para o vírus do raído-fino e espécies dos gêneros, *Zea*, *Tripsacum* e *Euchlaena mexicana* para a cigarrinha-do-milho (Nault, 1980; Shurtleff, 1986). Essas espécies vegetais são ausentes ou incomuns no Brasil, sendo portanto difícil explicar a perpetuação dos patógenos e desse inseto vetor na ausência de milho no campo. O cartucho de plantas de milho jovens é o habitat preferencial de *D. maidis* (Waquil, 1988). Assim, sua freqüente migração de plantas adultas para plantas jovens favorece a rápida disseminação dos patógenos, quando presentes na área.

Outras cigarrinhas: *D. elimatus*, *D. guevarai*, *Exitinus exitiosus*, *Graminella nigrifrons*, *G. sonora*, *Stirellus bicolor*, *Euselidius variegatus* e *Baldulus tripsaci* também podem transmitir os patógenos dos enfezamentos pálido e vermelho (Nault, 1980; Gordon et al., 1981). Contudo, estudos realizados no CNPMS/EMBRAPA evidenciam que *D. maidis* é a espécie predominante na comunidade de insetos do cartucho do milho (Waquil, 1988). Ainda, estudos taxonômicos realizados em amostras de cigarrinhas, provenientes de várias regiões, confirmam que do gênero *Dalbulus*, apenas a espécie *maidis* está presente no Brasil (Oliveira, 1995).

A ocorrência de picos populacionais de *D. maidis* nos meses de março e abril, constatada em avaliações realizadas durante oito anos, no CNPMS/EMBRAPA, indica maior potencial de incidência do complexo de enfezamento durante a estação de crescimento do milho "safrinha" (Waquil, 1995). Contudo, essas doenças podem ocorrer também em alta incidência em plantios de época normal (Oliveira et al., 1995). A freqüência de plantas infectadas e efeitos na produção dependem, sobretudo, da suscetibilidade do cultivar, do potencial de inóculo na área, da população de vetores e do estágio de desenvolvimento das plantas na época da infecção, sendo algumas dessas condições muito favorecidas por plantios tardios e por plantios consecutivos (Scott et al., 1977; Balmer, 1980; Shurtleff, 1986). Scott et al. (1977) estimaram durante três anos os efeitos do complexo de enfezamento sobre a produção de híbridos de milho com diferentes níveis de resistência e verificaram que a manifestação dos sintomas antes de 52 dias após o plantio torna nula a produção; após esse período, a redução em produção é de 1,82% ao dia e quando os sintomas se manifestam após 107 dias, não há prejuízo na produção.

Estima-se que apenas a virose do raiado-fino pode causar reduções da ordem de 30 a 50% em cultivares suscetíveis (Shurtleff, 1986; Waquil et al., 1996).

Existem poucos estudos sobre a herança da resistência do milho aos patógenos envolvidos no complexo de enfezamento, contudo, há evidências de que a resistência ao espiroplasma é condicionada por muitos genes (Scott & Rosenkranz, 1974). Avaliações da incidência dos enfezamentos pálido e vermelho e da virose do raiado-fino em milho, realizadas no Brasil, embora mostrem a suscetibilidade de muitos híbridos comerciais, evidenciam, também, a existência de cultivares altamente resistentes (Quadro 1).

Os sintomas da virose do mosaico comum, nas folhas de milho, caracterizam-se pela presença de áreas de cor verde-clara, que se alternam com áreas de cor verde normal, em padrão de mosaico, e que são difíceis de distinguir em plantas mais velhas. O agente causal do mosaico comum do milho é relatado como pertencente ao grupo do mosaico da cana-de-açúcar (Kitajima, 1979; Balmer, 1980).

O mosaico da cana-de-açúcar foi descrito em 1919 e, desde então, foram relatadas várias estirpes e variantes desse vírus incluindo "Maize Dwarf Mosaic Virus" (MDMV). Demonstrou-se que o vírus é transmissível mecanicamente e por várias espécies de pulgões, destacando-se *Rhopalosiphum maidis*. Demonstrou-se, ainda, que numerosas espécies de gramíneas selvagens e cultivadas, como capim maçambará, sorgo, milho, trigo e outras são hospedeiras do vírus.

A distinção de estirpes, que são serologicamente relacionadas, foi feita através da inoculação de alguns desses hospedeiros. O vírus está definitivamente incluído no grupo "potyvirus" (Pirone, 1972; Gordon et al., 1981; Giorda & Toler, 1986). Contudo, estudos sobre a homologia de aminoácidos entre várias estirpes do vírus do mosaico da cana-de-açúcar, confirmaram a divisão desse subgrupo em quatro "potyvirus" distintos: "Maize Dwarf Mosaic Virus" (MDMV), "Johnsongrass Mosaic Virus" (JGMV), "Sorghum Mosaic Virus" (SrMV) e "Sugarcane Mosaic Virus" (SCMV) (Mckern et al., 1991).

No Brasil, o mosaico comum do milho não tem sido extensivamente estudado quanto à diferenciação nesses quatro "potyvirus" e/ou estirpes. Porém, algumas amostras de folhas de milho com sintomas de mosaico, coletadas em área do CNPMS/EMBRAPA, foram analisadas na Universidade de Nebraska, verificando-se a presença de SCMV-MD-B, que não infecta a cana-de-açúcar, e que mostrou sintomas severos quando inoculado em um

híbrido de sorgo suscetível, em condições de baixa temperatura ⁽²⁾. Vale ressaltar que a ocorrência simultânea de MCMV e SCMV-MD-B ou MDMV-A causa a doença denominada "Necrose Letal", que provoca a seca precoce das plantas de milho infectadas e prejudica drasticamente a produção.

Estimativas de efeito do mosaico comum sobre a produção de um híbrido comercial de milho mostram redução de cerca de 50% no peso de grãos. Vários híbridos comerciais de milho são suscetíveis à doença, porém há fontes de resistência (Quadro 1). Estudos sobre a herança da resistência do milho ao mosaico mostram que a mesma é condicionada por poucos genes (Gordon et al., 1981).

Entre as alternativas para manejo das doenças causadas por patógenos transmitidos por insetos, a utilização de cultivares resistentes distingue-se como a mais eficiente.

Quadro 1. Incidência de doenças de enfezamento e de mosaico em híbridos comerciais de milho

Doença	Híbridos avaliados	Incidência		
		Mínima	Máxima	Média
	n.º	%		
Enfezamento pálido ⁽¹⁾	32	0,7	25,0	9,9
Enfezamento vermelho ⁽¹⁾	32	0,0	45,7	18,6
Raiado-fino ⁽²⁾	49	6,7	100,0	68,5
Raiado-fino ⁽²⁾	30	5,6	89,0	57,7
Raiado-fino ⁽²⁾	30	1,0	22,9	10,8
Mosaico ⁽²⁾	30	0,0	68,9	35,0
Mosaico ⁽³⁾	28	9,2	92,8	35,3
Mosaico ⁽³⁾	30	10,0	51,6	19,5

⁽¹⁾ Oliveira et al., 1995; ⁽²⁾ Waquil et al., 1996; ⁽³⁾ Est. Exp. Assis-IAC (1995)

Por outro lado, o escape das doenças transmitidas pela cigarrinha-do-milho pode ser obtido evitando-se os plantios tardios e também os plantios consecutivos, que favorecem a sobrevivência dos patógenos e do vetor. No caso do mosaico comum, a eliminação de gramíneas infectadas, que podem servir de fonte de inóculo, na área destinada ao plantio do milho, pode contribuir na redução da incidência da doença.

Embora o controle químico dos insetos vetores seja possível de utilização, particularmente em campos de produção de sementes, atualmente não há no MAARA inseticidas registrados para controle de *D. maidis* e de *R. maidis* na cultura do milho.

Considerando-se as prioridades de pesquisa, discutidas durante o "Workshop Latino-americano sobre Doenças do Milho", em Sete Lagoas (MG), em maio de 1996, o CNPMS/EMBRAPA vem concentrando esforços principalmente nos estudos sobre diagnose e etiologia das doenças causadas por vírus e Mollicutes e na identificação de fontes de resistência a esses patógenos em milho.

Estão sendo produzidos anti-soros e introduzidos os seguintes testes sorológicos para detecção de vírus em milho: o DAS-Elisa para detecção de espiroplasma e o de reação em cadeia polimerase (PCR) para o fitoplasma, este último desenvolvido por Davis & Lee et al. (1993) e Harrison et al. (1996).

Recentemente, observou-se a ocorrência de plantas de milho com sintomas de doença causada por vírus em plantios na região da Alta Mogiana (SP), em Sete Lagoas e em Paracatu (MG). Os estudos para identificação do agente causal são indicativos da presença de "Maize Chlorotic Mottle Virus" (MCMV).

BIBLIOGRAFIA

- BALMER, E. Doenças do milho. In: GALLI, F., ed. *Manual de Fitopatologia*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. p.371-391.
- BASCOPE, Q.B. & GALINDO A. J. Naturaleza micoplasma de la raza mesa central del achaparramiento del maíz. *Revista Fitopatologia*, 16(1):28-33, 1981.
- CHEN, T.A. & LIAO, C.H. Corn stunt spiroplasma: isolation, cultivation and proof of pathogenicity. *Science*, 188:1015-1017, 1975.
- DAVIS, R.E. & WORLEY, J.F. Spiroplasma: motile, helical microorganism associated with corn stunt diseases. *Phytopathology*, St. Paul, 63:403-408, 1973.

- DAVIS, M.J. TSAI, J.H. & McCOY, R.E. Isolation of the corn stunt spiroplasma from maize in Florida. *Plant Disease*, St. Paul, 68(7): 600-604, 1984.
- DAVIS, R.E. & LEE, I.M. Cluster-specific polymerase chain reaction amplification of 16S rDNA sequences for detection and identification of mycoplasma-like organisms. *Phytopathology*, St. Paul, 83(9):1008-1011, 1993.
- GAMEZ, R. Virus del maíz em America Latina: el rayado fino. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 4(2):171-176, 1979.
- GAMEZ, R. *Maize rayado fino virus*. Surrey, Commonwealth Mycological Institute/Association of Applied Biologists, 1980. (C.M.I.A.A.B. Descriptions of Plant Viruses, 220)
- GIORDA, L.M. & TOLLER, R.W. Identification of sugarcane mosaic virus strain H isolate in commercial grain sorghum. *Plant Disease*, St. Paul, 70(7):624-628, 1986.
- GORDON, D.T.; KNOKE, J.K. & SCOTT, G.E. *Virus and viruslike diseases of maize in the United States*. Wooster, Ohio Agricultural Research and Development Center, 1981. 210p.
- HARRISON, N.A.; RICHARDSON, P.A. & TSAI. PCR assay for detection of the phytoplasma associated with maize bushy stunt disease. *Plant Disease*, St. Paul, 80(3):263-269, 1996.
- KITAJIMA, E.W. Citopatologia e localização de vírus do milho e de leguminosas alimentícias nas plantas infectadas e nos vetores. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 4(2):241-254, 1979.
- McKERN, N.M.; SHUKULA, D.D.; TOLLER, R.W.; JENSEN, S.G.; TOSIC, M., FORD, R.E.; LEON, O. & WARD, C.W. Confirmation that sugarcane mosaic virus consists of four distinct potyviruses by using peptide profiles of coat proteins. *Phytopathology*, St. Paul, 81(9):1025-1029, 1991.
- NAULT, L.R. Maize bushy stunt and corn stunt: a comparison of disease symptoms, pathogen host ranges, and vectors. *Phytopathology*, St. Paul, 70(7):659-662, 1980.
- OLIVEIRA, E.; WAQUIL, J.M.; FERNANDES, T.F.; PAIVA, E.; RESENDE, R.O. & KITAJIMA, E.W. Doenças de enfezamento na cultura do milho no Brasil Central - Safra 94/95. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 20:287, 1995.
- PIRONE, T.P. Sugarcane mosaic virus. Surrey, Commonwealth Mycological Institute/Association of Applied Biologists, 1972. (C.M.I.A.A.B. Descriptions of Plant Viruses, 88)
- SCOTT, G.E. & ROSENKRANZ, E.E. Effectiveness of recurrent selection for corn stunt. *Crop science*, Madison, 14:758-760, 1974.
- SCOTT, G.E.; ROSENKRANZ, E.E. & NELSON, L.R. Yield loss of corn due to corn stunt disease complex. *Agronomy Journal*, Madison, 69:92-94, 1977.
- SHURTLEFF, M.C. *Compendium of corn diseases*. 2.ed. St. Paul, APS, 1986. 105p.

IV SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SAFRINHA"

- WAQUIL, J.M. Levantamento e dano da cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (Delong & Wolcott) (Homoptera: Cicadellidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 17., Piracicaba, 1988. *Resumos*. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNMS, 1988. p.63.
- WAQUIL, J.M. Cigarrinha, pulgões e diabrótica na cultura do milho. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 3., Assis, 1995. *Resumos*. Assis, IAC/CDV, 1995. p.29-38
- WAQUIL, J.M.; OLIVEIRA, E.; PINTO, N.F.J.A.; FERNANDES, F.T. & CORREIA, L.A. Viroses em milho-incidência e efeito na produção. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 21(4):460-463, 1996.

o O o