

Sete Lagoas, MG  
Dezembro, 2014

Elizabeth de Oliveira  
Sabato

Bióloga, DSc. em  
Fitopatologia,  
Pesquisadora da  
Embrapa Milho e Sorgo,  
Sete Lagoas, MG,  
elizabeth.o.sabato@  
embrapa.br

Elena Charlotte Landau  
Bióloga, DSc.

Zoneamento Ecológico  
- Econômico,  
Geotecnologias,  
Agroclimatologia,  
Pesquisadora da  
Embrapa Milho e  
Sorgo, Sete Lagoas,  
MG, charlotte.landau@  
embrapa.br

Charles Martins de  
Oliveira

Engenheiro Agrônomo,  
D.Sc. Entomologia,  
Pesquisador da  
Embrapa Cerrados,  
charles.oliveira@  
embrapa.br

## Recomendações para o manejo de doenças do milho disseminadas por insetos-vetores

### Introdução

As doenças do milho disseminadas por insetos-vetores são os enfezamentos causados pelos mollicutes espiroplasma e fitoplasma, e as viroses. Entre os insetos-vetores importantes para essa cultura, destacam-se a cigarrinha *Dalbulus maidis*, que transmite o espiroplasma, o fitoplasma e o vírus da risca (*Maize rayado fino virus*), e os pulgões, que transmitem os vírus que causam o mosaico-comum-do-milho. A virose denominada faixa-clorótica-das-nervuras, cujo vírus agente causal é transmitido pela cigarrinha *Peregrinus maidis*, também ocorre no milho no Brasil, porém de forma esporádica, em baixos níveis de incidência. Os enfezamentos por mollicutes e a virose mosaico-comum-do-milho, eventualmente, têm ocorrido em surtos epidêmicos, causando danos expressivos e, por isso, destacam-se em importância. Este trabalho tem por objetivo caracterizar os enfezamentos, a virose mosaico-comum-do-milho, e os insetos-vetores dos agentes causais dessas doenças. Apresenta evidências da influência de fatores climáticos e de características do sistema de produção na incidência e nos danos que essas doenças podem causar. Apresenta formas possíveis para escape das doenças disseminadas pelos insetos-vetores e alternativas para seu manejo.

### Etiologia, sintomas, hospedeiros

#### Enfezamento-pálido

Doença causada por *Spiroplasma kunkelii* (classe Mollicutes) (DAVIS et al., 1972). No campo, os sintomas dessa doença manifestam-se após o florescimento, sendo mais acentuados por ocasião do enchimento de grãos, embora a infecção pelo agente causal ocorra nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta. O sintoma diagnóstico do enfezamento-pálido, característico da infecção pelo espiroplasma, é a presença, nas folhas, de estrias cloróticas esbranquiçadas,



Figura 1. Enfezamento-pálido (*Spiroplasma kunkelii*).

que se estendem da base em direção ao ápice (Figura 1). Contudo, frequentemente, a planta doente apresenta apenas folhas avermelhadas, marcadamente nas margens e na parte apical, e clorose. As espigas das plantas de milho com enfezamento pálido apresentam

tamanho menor que o tamanho normal. Essas plantas podem apresentar também proliferação de espigas pequenas. A redução no tamanho das espigas e na produção de grãos é variável em função do nível de resistência da cultivar e da idade em que a planta foi infectada, sendo maior quando as plantas são infectadas nos estádios iniciais de desenvolvimento. As espigas pequenas, das plantas doentes, podem apresentar grãos esparsos, ou grãos pequenos e chochos. Pode ocorrer redução no comprimento dos internódios e na altura das plantas infectadas. A distinção entre o enfezamento-pálido e o enfezamento-vermelho, com base apenas nos sintomas, é difícil, praticamente impossível (COSTA et al., 1971; NAULT, 1980; OLIVEIRA et al., 2002b; MASSOLA JÚNIOR, 1998; SABATO et al., 2013). Além disso, algumas vezes essas doenças ocorrem simultaneamente na mesma planta (OLIVEIRA et al., 2014a).

A resistência do milho ao enfezamento-pálido é controlada por genes com efeito quantitativo, podendo haver genes maiores com efeito de dominância, ou de epistasia (SILVA et al., 2003; SILVEIRA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2013b).

### Enfezamento-vermelho

Doença causada pelo fitoplasma Maize bushy stunt (MBS) (classe Mollicutes) (NAULT et al., 1980; BEDENDO et al., 1997). Os sintomas dessa doença também se manifestam caracteristicamente após o florescimento, e são mais acentuados na época do enchimento de grãos, ocorrendo infecção pelo patógeno nas plantas de milho em estádios iniciais de desenvolvimento.

As plantas infectadas pelo fitoplasma, em geral, apresentam avermelhamento foliar (Figura 2) (COSTA et al., 1971; OLIVEIRA et al., 2012). Algumas cultivares de milho, quando infectadas por esse patógeno, apresentam espigas em proliferação e perfilhamento na base da planta (NAULT, 1980) (Figura 3). As espigas das plantas doentes, como no enfezamento-pálido, são pequenas, podendo apresentar grãos esparsos, ou grãos chochos. Em razão das semelhanças entre os

sintomas dos enfezamentos vermelho e pálido, e da possibilidade de infecção simultânea da planta de milho por fitoplasma e por espiroplasma, em geral, é impossível distinguir entre essas duas doenças com base apenas nas características visuais (SABATO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014a).

### Transmissão dos agentes causais dos enfezamentos e ciclo da doença

A cigarrinha *Dalbulus maidis* é o inseto-vetor do espiroplasma e do fitoplasma agentes causais dos enfezamentos do milho.

O milho é o único hospedeiro dessa cigarrinha e desses patógenos. Assim, ambos, inseto-vetor e patógenos, se perpetuam através da migração das cigarrinhas, de lavouras de milho com plantas adultas doentes para lavouras jovens, com plântulas sadias (OLIVEIRA et al., 2013a). O habitat preferencial da cigarrinha é o cartucho da planta (Figura 4)

A cigarrinha adquire esses agentes patogênicos ao se alimentar de plantas de milho doentes, podendo adquirir apenas um, ou ambos, fitoplasma e espiroplasma. O período latente desses mollicutes na cigarrinha é variável de três a quatro semanas, período em que se multiplicam em diversos órgãos do inseto-vetor, sobretudo nas glândulas salivares, e que pode ser influenciado pela temperatura ambiente (MOYA-RAYGOZA; NAULT, 1998; OLIVEIRA et

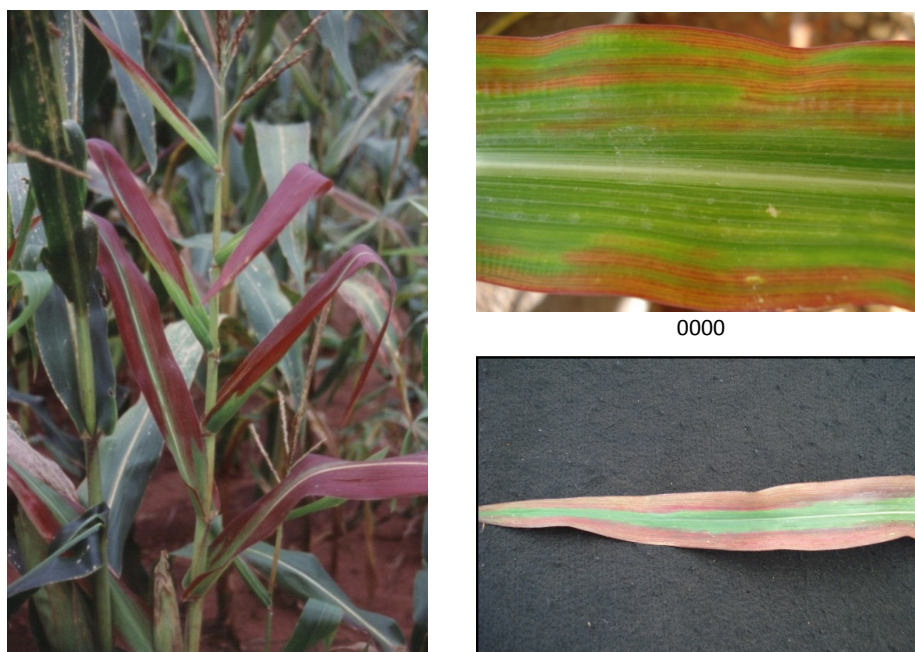


Figura 2. Enfezamento-vermelho (MBS fitoplasma).





Figura 3. Enfezamento-vermelho (MBS fitoplasma).



Figura 4. Cigarrinhas *Dalbulus maidis* no cartucho de plântulas de milho.

al. 2007b). Após esse período latente, a cigarrinha torna-se infectante, e passa a transmitir o(s) patógeno(s), cada vez que se alimenta de plântulas de milho, durante o tempo em que vive. Essa transmissão é do tipo persistente e propagativa.

Os mollicutes infectam e se multiplicam nos tecidos do floema das plantas de milho, e atingem todas as partes da planta. Ao infectar as plântulas de milho o espiroplasma multiplica-se primeiro nas raízes, e posteriormente atinge a parte aérea (WHITCOMB et al., 1986; GUSSIE et al., 1995).

Considerando-se os prazos relativamente longos, do período latente para os mollicutes, no inseto-vetor e na planta infectada, e o ciclo do milho, as cigarrinhas infectantes com esses patógenos, que chegam às lavouras de milho jovens, são importantes na determinação dos níveis de incidência de plantas doentes nessas lavouras.

A cigarrinha *Dalbulus maidis* migra a longas distâncias, disseminando os mollicutes patogênicos para lavouras com plântulas de milho nos estádios iniciais de desenvolvimento (OLIVEIRA et al., 2013a, 2014b). Em decorrência da atividade migratória da cigarrinha, pode ocorrer efeito de concentração, nas lavouras semeadas tardiamente, incluindo a safrinha, e também efeito de concentração em determinada lavoura, em função da colheita do milho nas proximidades (OLIVEIRA et al., 2014b). O aumento da densidade populacional da cigarrinha, em lavouras jovens, associado a condições climáticas favoráveis à multiplicação dos mollicutes no inseto-vetor e nas plantas, pode resultar em surtos epidêmicos dessas doenças.

Avaliações da incidência dos enfezamentos mostram maior incidência na safrinha, em relação à

safrinha de verão, e no milho semeado tardiamente, na região Sudeste (OLIVEIRA et al., 2002a).

### Virose mosaico-comum

Os sintomas característicos dessa virose, nas folhas, são pequenas manchas cloróticas irregulares, claramente visíveis nas plântulas de milho infectadas (Figura 5). Na medida em que as plantas se desenvolvem, pode haver recuperação desses sintomas foliares, tornando-se difícil sua identificação nas folhas das plantas adultas. Contudo, mesmo ocorrendo recuperação dos sintomas, as plantas infectadas não se recuperam dos danos causados pelo vírus. As plantas doentes apresentam encurtamento dos internódios e redução em altura. As espigas tornam-se pequenas, e podem apresentar falhas na formação dos grãos, ou apenas grãos esparsos no sabugo. Algumas vezes a espiga não se desenvolve e apresenta apenas um primórdio de sabugo e ausência completa de grãos. Quanto mais jovem a plântula de milho for infectada pelo vírus pior serão os danos na produção.



Figura 5. Mosaico-comum-do-milho.

Essa virose é causada por vírus do gênero *Potyvirus*, denominados pelo nome comum potyvirus, que podem infectar muitas espécies gramíneas, incluindo o milho (COSTA et al., 1971; ALMEIDA et al., 2000, 2001). Embora sejam atualmente relatadas sete espécies distintas desses vírus, no Brasil, apenas a espécie *sugarcane mosaic virus* (SCMV) tem sido predominantemente detectada e identificada infectando o milho. É importante observar que, apesar do nome, essa espécie de vírus não infecta a cana-de-açúcar (ALMEIDA et al., 2001) e que análises moleculares desse potyvirus isolado de milho, predominante no Brasil, mostram tratar-se de uma estirpe do SCMV

diferente de estirpes do mesmo vírus relatadas em outros países.

A resistência do milho ao mosaico-comum, independentemente da espécie e estirpe de vírus, é controlada por poucos genes (REDINBAUGH et al., 2004; SOUZA et al., 2008).

### Transmissão dos vírus do mosaico-comum e ciclo da virose

O vírus que causa o mosaico-comum do milho é transmitido por pulgões, e infecta diversas espécies vegetais gramíneas, incluindo o sorgo, o capim colônia, diversas espécies de braquiárias, dentre outras. Ressalta-se que, frequentemente, o capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*) tem sido observado vegetando em lavouras de milho, e apresentando sintomas da virose mosaico-comum, em altos níveis de incidência. Essas e outras espécies hospedeiras dos potyvirus que infectam o milho podem servir de reservatório e de fonte inóculo desses agentes patogênicos para a cultura.



Os pulgões adquirem partículas do vírus ao se alimentar de plantas com a virose e, durante algumas horas, passam a transmiti-lo para plantas saudáveis, quando se alimentam nessas plantas. Esse tipo de transmissão é denominada não persistente, ou semipersistente (AGRIOS, 2005). Os pulgões são polívoros e realizam picadas de prova antes de iniciarem efetivamente a alimentação na planta hospedeira, e nessas picadas de prova disseminam o vírus. Assim, a forma alada do pulgão desempenha papel importante na disseminação da virose. Porém, os insetos da forma áptera podem migrar de uma



planta para outra, dentro da lavoura de milho, contribuindo para a disseminação do vírus.

Os potyvirus se multiplicam nos tecidos de parênquima e infectam todas as partes da plântula de milho infectada. Após a infecção, em poucos dias (5 a 15) as plântulas manifestam os sintomas da virose, e podem servir de fonte de inóculo para a aquisição de vírus por outros pulgões, permitindo, assim, mais de um ciclo da doença na lavoura. Os potyvirus são transmissíveis mecanicamente, e podem ser inoculados em plântulas de milho utilizando-se extratos de folhas infectadas (ALMEIDA et al., 2000).

## Insetos vetores

### Cigarrinha *Dalbulus maidis*

O gênero *Dalbulus* (Hemiptera: Cicadellidae) é composto por 13 espécies distribuídas principalmente no México e em alguns países da América Latina e da América do Sul (TRIPLEHORN; NAULT, 1985). A cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Figura 6) é a única espécie do gênero *Dalbulus* que ocorre no Brasil (OLIVEIRA et al., 2004).

Essa espécie é formada por insetos diminutos, com cerca de 3,7 a 4,3 mm de comprimento. Em



Figura 6. Adultos da cigarrinha *Dalbulus maidis*.

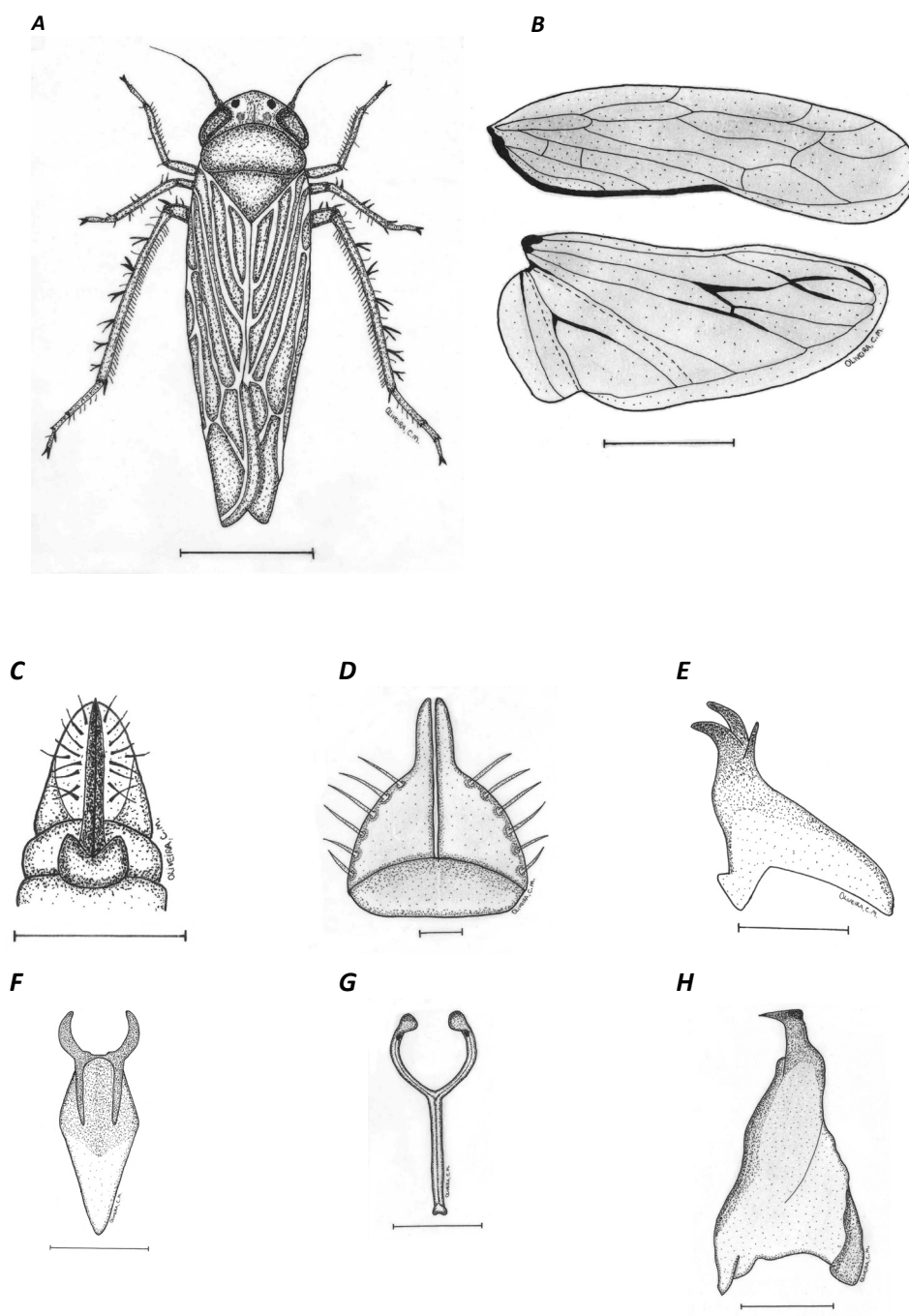
geral, as fêmeas são maiores que os machos. Os adultos são de coloração amarelo-palha, podendo alguns espécimes apresentar coloração mais clara ou mais escura, em função do clima. Os machos apresentam o abdome com coloração amarelo vivo, diferenciando-se do tórax e da cabeça,

que são mais opacos. Nas fêmeas, a coloração é praticamente homogênea em todo o corpo. Na forma adulta essas cigarrinhas apresentam dois pares de asas transparentes com nervuras distribuídas longitudinalmente no comprimento das asas, ambos estendendo-se um pouco além do abdome. Seu aparelho bucal é do tipo sugador labial com três segmentos. As antenas são setáceas com filamento apical. Os indivíduos dessa espécie apresentam quatro fileiras de espinhos nas tíbias das pernas posteriores, característica da família Cicadellidae. Os adultos apresentam duas manchas circulares negras, bem marcadas, na cabeça, entre os olhos compostos. A cigarrinha-do-milho geralmente habita o cartucho das plantas, em número variável, dependendo da época. São insetos muito ágeis, abandonam a planta ao menor distúrbio. A identificação taxonômica desse inseto é baseada no formato do sétimo esternito abdominal da fêmea e na morfologia dos componentes da genitália masculina (Figura 7).

*Dalbulus maidis* tem como plantas hospedeiras naturais para reprodução basicamente o milho e os teosintos (*Zea* spp.) (NAULT, 1980; LARSEN et al., 1992), embora já tenha sido relatada sua criação em *Tripsacum dactyloides* (PITRE et al., 1966). No Brasil, como os teosintos e as espécies de *Tripsacum* não são comuns (existem de forma restrita em algumas entidades



que realizam pesquisa), o único hospedeiro conhecido para essa espécie de inseto é o milho. Estudos recentes demonstraram que *D. maidis* adota a migração como uma estratégia para se disseminar. Essas cigarrinhas utilizam os recursos alimentares oferecidos pelas



**Figura 7.** A cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis*. Adulto: A) vista dorsal; B) asas anterior e posterior. Fêmea: C) ovipositor em vista ventral mostrando sétimo esternito abdominal. Genitália masculina: D) placa genital em vista ventral; E) e F) edeago em vista lateral e dorsal; G) conectivo em vista dorsal; H) estilo em vista dorsal. Linhas: 1,0 mm (A-C) e 0,1 mm (D-H).

plantas de milho durante todo o ciclo da cultura e abandonam os campos senescentes à procura de novos plantios de milho, podendo se deslocar entre áreas separadas por dezenas de quilômetros de distância (OLIVEIRA et al., 2013a).

### Pulgão

Diversas espécies de afídeos ou pulgões (Hemiptera: Aphididae) podem ocorrer em plantas de milho, sendo o pulgão-do-milho, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Figura 8) a espécie mais comumente encontrada nessa cultura, no Brasil. O pulgão *R. maidis* é cosmopolita, encontrado nas regiões tropicais, subtropicais ou mesmo em algumas

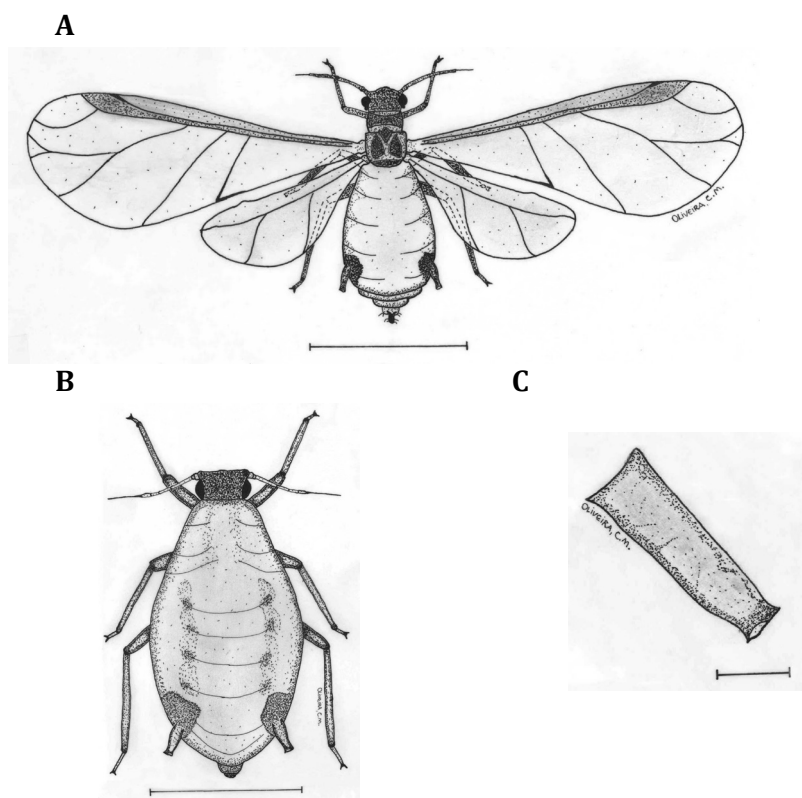


**Figura 8.** Pulgão-do-milho *Rhopalosiphum maidis*. Adultos ápteros e ninfas (esquerda) e colônia de pulgões em planta de milho (direita).

regiões temperadas, entre as latitudes de 40° N e 40° S (BERTI FILHO, 1982; HILL, 1983; BLACKMAN; EASTOP, 1984).

O pulgão-do-milho apresenta duas formas: macróptera (alada) e braquíptera (áptera) (Figura 9). Os insetos da forma alada são pequenos (< 1,5 mm) e apresentam cabeça, tórax, pernas e antenas escuras, abdome verde-claro. Possuem dois pares de asas translúcidas, sendo as anteriores bem

maiores que as posteriores. As asas são mantidas verticalmente sobre o corpo quando em repouso. Os insetos da forma áptera medem aproximadamente 1,5-2,0 mm. Os espécimes exibem coloração verde-azulada e apresentam cabeça, pernas e antenas escuras. Ambas as formas possuem corpo piriforme. O aparelho bucal é do tipo sugador labial trissegmentado e as antenas são filiformes. Na parte posterior do abdome encontram-se duas estruturas tubuliformes escuras e dispostas



**Figura 9.** O pulgão-do-milho, *Rhopalosiphum maidis*. A) adulto alado em vista dorsal; B) adulto áptero em vista dorsal e C) sífúnculo em vista lateral. Linhas: 1,0 mm (A-B) e 0,1 mm (C).



lateralmente, denominadas sifúnculos (Figura 9), e uma terceira estrutura central chamada codícola. Na base de cada sifúnculo existe uma mancha arredondada escura, no abdome.

Os espécimes de *R. maidis* são muito pouco móveis, principalmente aqueles da forma áptera. Vivem em colônias, principalmente no cartucho das plantas de milho, e quando em grande número podem se espalhar por outras partes da planta, incluindo o colmo e os órgãos reprodutivos. O principal hospedeiro dessa espécie é o milho; no entanto, também se encontra registrada em plantas de aveia, centeio, cevada, trigo, sorgo e cana-de-açúcar, além de outras gramíneas (SILVA et al., 1968; BERTELS, 1973; HILL, 1983; BLACKMAN; EASTOP, 1984; GALLO et al., 2002). A disseminação dessa espécie, assim como a maioria das espécies de pulgões, se dá pela migração da forma alada (DEWAR et al., 1980). Os pulgões alados abandonam as plantas hospedeiras, principalmente quando as condições são desfavoráveis para a colônia, e migram, colonizando novas plantas.

## Influência do clima na incidência das doenças

O clima influencia a incidência e a severidade das doenças vegetais atuando diretamente sobre o agente causal, ou indiretamente sobre o hospedeiro, ou sobre ambos. As condições climáticas podem favorecer ou restringir os mecanismos de dispersão do agente causal ou o seu desenvolvimento e proliferação no hospedeiro, e podem também afetar processos fisiológicos do hospedeiro, favorecendo a infecção pelo patógeno. Entre as variáveis climáticas, a temperatura e a umidade relativa do ar destacam-se pelos efeitos sobre as doenças vegetais (AGRIOS, 2005).

Existem evidências que os enfezamentos do milho causados por molicutes e a virose mosaico-comum, causada por potyvirus, são doenças que podem ser favorecidas por temperaturas mais elevadas do verão, em relação às temperaturas mais amenas do outono e do inverno.

### Influência da temperatura nos enfezamentos por molicutes

A temperatura ambiente pode influenciar diretamente a multiplicação do espiroplasma.

Em meio de cultura artificial, o espiroplasma necessita de temperaturas em torno de 30 °C, para crescimento e multiplicação (DAVIS et al., 1972; GUSSIE et al., 1995).

O fitoplasma não cresce em meio de cultura artificial. Contudo, a comparação do desenvolvimento de plantas de milho infectadas por esse patógeno e cultivadas em condições de temperatura de 15 °C e 27 °C e de 18 °C e 30 °C, respectivamente durante o dia e durante a noite, mostrou que as plantas infectadas secam mais rapidamente nas condições de temperaturas mais elevadas (NAULT, 1980), evidenciando que temperaturas altas favorecem o desenvolvimento do fitoplasma.

A temperatura afeta a aquisição e o período latente do fitoplasma no inseto vetor (MOYARAYGOZA; NAULT, 1998; OLIVEIRA et al., 2011). Temperaturas médias de 18 °C e 30 °C, mínima e máxima, respectivamente, favorecem o desenvolvimento do espiroplasma e a expressão dos sintomas do enfezamento pálido nas plantas de milho (OLIVEIRA et al., 2011; SABATO et al., 2014).

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da avaliação de cinco híbridos de milho comum e um híbrido de milho pipoca, submetidos à inoculação com espiroplasma, e cultivados em vasos, em viveiro telado, em duas épocas com diferentes condições de temperatura ambiente. A inoculação foi feita através do confinamento de duas cigarrinhas *D. maidis* infectantes com espiroplasma, em cada plântula, aos oito dias após a germinação, durante seis dias. Para cada híbrido foram feitas cinco repetições com inoculação, e duas repetições para controle, sendo esse controle plantas não submetidas à inoculação, em que foram confinadas duas cigarrinhas sadias. As plantas foram avaliadas semanalmente quanto à manifestação de sintomas do enfezamento pálido.

As condições de temperatura ambiente durante a condução dos Experimentos 1 e 2 encontram-se na Figura 10a,b.

No Experimento 1, em que predominaram temperaturas mais elevadas, em relação ao Experimento 2 (Figura 10a,b), os sintomas do



enfazamento pálido expressaram-se na maioria das plantas antes dos 60 dias após a sementeira, e a avaliação final foi feita aos 68 dias, quando todas as plantas já haviam florescido. As plantas do híbrido de milho pipoca apresentaram início do

desenvolvimento de sintomas foliares em torno de 40 dias após a sementeira. No Experimento 2, os primeiros sintomas apareceram nas plantas de milho pipoca após 70 dias da sementeira, e a avaliação final foi feita aos 100 dias após a sementeira. As

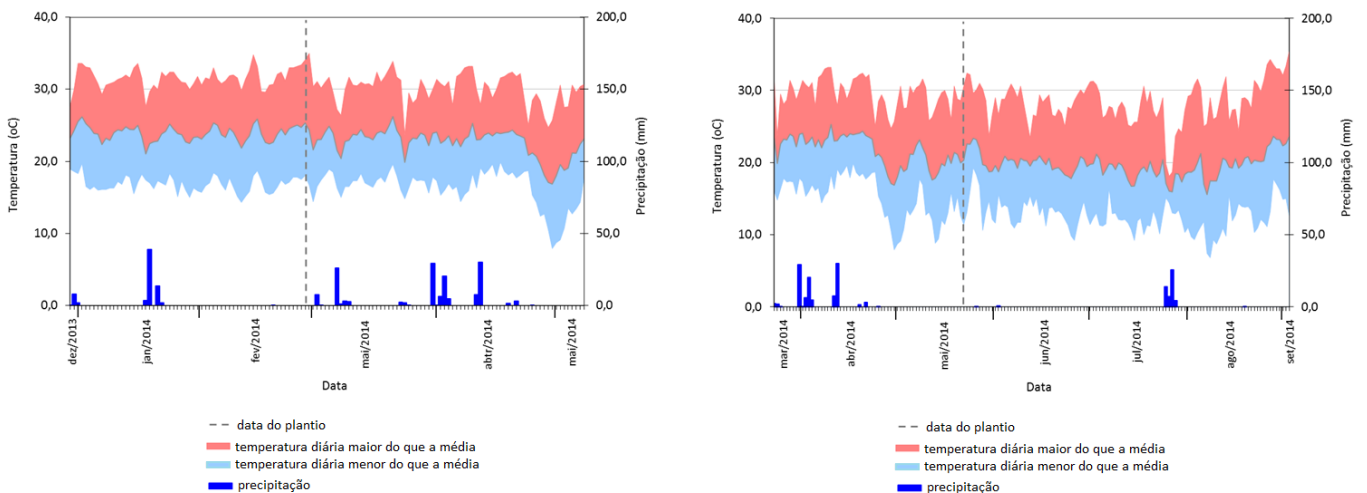
**Tabela 1.** Sintomas do enfazamento pálido em plantas de seis híbridos de milho comum e um híbrido de milho pipoca submetidas ou não à inoculação com espiroplasma em experimentos em duas condições de temperatura ambiente\*.

Experimento 1								
Híbridos	Plantas submetidas à inoculação c/ espiroplasma					Plantas sadias		
	1	2	3	4	5	1	2	
1	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	-	-	
2	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	-	-	
3	+++++	+++++	+++++	-	+++++	-	-	
4	+++++	-	+	+++++	+	-	-	
5	+++++	+++++	-	-	+++++	-	-	
6	-	-	+++++	-	+++++	-	-	
Pipoca	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	-	-	

Experimento 2								
Híbridos	Plantas submetidas à inoculação c/ espiroplasma					Plantas sadias		
	1	2	3	4	5	1	2	
1	-	-	+++	-	++	-	-	
2	-	-	-	-	-	-	-	
3	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	-	-	
4	-	-	-	-	-	-	-	
5	-	-	-	+++++	-	-	-	
6	+++++	-	-	-	-	-	-	
Pipoca	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	-	-	

\*(-) ausência de sintomas; (+) sintomas em uma folha; (++) sintomas em 25% das folhas; (+++) sintomas em até 50% das folhas; (+++++) sintomas em mais de 50% das folhas; (+++++) sintomas em todas as folhas e redução em altura.



**Figura 10.** a) Temperatura e precipitação pluviométrica durante a condução do Experimento 1; b) Temperatura e precipitação pluviométrica durante a condução do Experimento 2.

condições de temperatura do Experimento 2 (Figura 10b) atrasaram o florescimento das plantas, que ocorreu com mais de 70 dias após a sementeira, e afetaram diferencialmente nos híbridos de milho, a infecção pelo espiroplasma e a manifestação de sintomas do enfezamento pálido. De forma geral, durante o período de condução do Experimento 1, as temperaturas foram mais altas em cerca de 4 a 5 °C, em relação ao período de condução do Experimento 2 (Figura 10a,b). As temperaturas máximas permaneceram em torno de 30 °C e as mínimas em torno de 18 °C, durante a maior parte do período de condução do Experimento 1, confirmando que essas condições favorecem o desenvolvimento do enfezamento pálido.

### **Influência da temperatura na virose mosaico-comum**

A avaliação da incidência da virose do mosaico-comum em duas cultivares de milho, mensalmente semeadas em Sete Lagoas, MG, durante dois anos, mostrou maior incidência nos meses de novembro, dezembro e janeiro, coincidindo com temperaturas elevadas e alta precipitação pluviométrica (ALMEIDA et al., 2001). Contudo, é provável que essas condições climáticas tenham essencialmente contribuído para favorecer o desenvolvimento dos afídeos vetores desse vírus, e de gramíneas perenes infectadas, que podem servir de fonte de inóculo. Estudos sobre a reprodução do pulgão-do-milho, *Ropalosiphum maidis*, mostram que temperaturas elevadas, em torno de 30 °C reduzem o número de dias do ciclo biológico desse inseto (MAIA et al., 2004).

Contudo, não tem sido observado efeito marcante da temperatura diretamente sobre a infecção das plântulas de milho pelos potyvirus e a severidade dos sintomas da virose. A comparação da inoculação mecânica do agente causal do mosaico-comum em plântulas de milho, utilizando-se extrato de folhas com sintomas dessa virose, e “carborundum” para provocar ferimentos (ALMEIDA et al., 2000), em condições de temperatura média diária em torno de 19 °C e de 24 °C, mostraram apenas atraso de poucos dias no aparecimento dos sintomas, na condição de temperatura mais baixa. Na condição de temperatura mais elevada, as plântulas submetidas à inoculação apresentaram sintomas característicos da virose em cerca de uma semana, e na temperatura mais baixa, em

duas semanas. É possível que esse efeito seja decorrente da maior atividade fisiológica da planta em temperatura mais elevada, favorecendo a multiplicação do vírus nos tecidos, e a expressão dos sintomas da doença.

## **Sistema de produção de milho e incidência das doenças**

### **Influência do sistema de produção de milho com sementeira escalonada na incidência dos enfezamentos**

A cigarrinha *Dalbulus maidis* migra de lavouras de milho em fase de produção para lavouras com plântulas nos estádios iniciais de desenvolvimento, concentrando-se, ao longo do tempo, nas lavouras semeadas tardiamente, em dezembro, e nas épocas da safrinha (OLIVEIRA et al., 2014a). Em decorrência desse fato, ocorre aumento da população de cigarrinhas infectantes com mollicutes, quando há plantas de milho com enfezamentos nas lavouras de milho adultas, e quando as condições climáticas, particularmente a temperatura, favorecem a multiplicação desses patógenos, nas plantas e nas cigarrinhas. Por isso, ocorre maior incidência dos enfezamentos nas lavouras de milho tardias e na safrinha.

Assim, o escalonamento da sementeira do milho em determinada localidade, ou em uma microrregião, contribui para aumentar a densidade populacional do inseto-vecor dos mollicutes e pode aumentar a incidência das doenças que as causam se simultaneamente ocorrer: presença de inóculo dos mollicutes, condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento, cultivar de milho susceptível aos enfezamentos.

### **Influência do sistema de produção de milho com escalonamento de sementeira na incidência da virose mosaico-comum**

De forma similar ao que acontece com os enfezamentos, avaliações da incidência do mosaico-comum, em função da época de sementeira do milho, mostram maior incidência dessa virose em sementeiras realizadas nos meses de novembro, dezembro e janeiro, coincidindo com temperaturas e precipitações pluviométricas mais elevadas, sendo essas condições consideradas, provavelmente favoráveis ao desenvolvimento dos afídeos vetores (ALMEIDA et al., 2001). É importante observar que, na época do

verão, as chuvas favorecem o brotamento do capim marmelada, que pode estar infectado e servir de fonte de inóculo do vírus para o milho.

No sistema de produção de milho com escalonamento da semeadura, o pulgão alado pode migrar das lavouras de milho com plantas adultas infectadas, para as lavouras de milho em fase de plântulas, transmitindo o vírus. Como o vírus se multiplica rapidamente nos tecidos meristemáticos da planta, novas transmissões podem ocorrer dentro da lavoura, aumentando o nível de incidência de plantas doentes.

Assim, o sistema de produção de milho com escalonamento da semeadura proporciona condições favoráveis à alta incidência da virose mosaico-comum, quando o inóculo do vírus se encontra presente na área, e essa incidência pode aumentar em função do número de semeaduras escalonadas, ao longo do ano. Níveis de incidência de 25 a 30% de plantas de milho com essa virose foram recentemente estimados em lavouras comerciais com sistema de escalonamento de semeadura (E. Oliveira, com.pes.).

## Alternativas para escape das doenças

Considerando-se as condições que favorecem a incidência dos enfezamentos pelos mollicutes disseminados pela cigarrinha *Dalbulus maidis*, e a virose do Mmosaico-comum, disseminada por pulgões, é possível escapar ou minimizar a incidência dessas doenças, evitando-se a exposição das lavouras de milho a tais condições. As alternativas para escape são:

### Enfezamentos

1) Evitar a semeadura tardia do milho (final do mês de novembro e mês de dezembro, nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul), principalmente quando já houver muitas lavouras de milho, em fase de florescimento e de produção, vegetando nas imediações da área em que se pretende estabelecer a nova lavoura, para escapar das cigarrinhas infectantes em grande concentração e, simultaneamente, das condições climáticas com temperaturas elevadas, que favorecem o desenvolvimento dos mollicutes nas cigarrinhas e nas plantas.

2) Evitar utilizar sistema de produção do milho com semeadura escalonada, para evitar o processo de concentração das cigarrinhas infectantes, provenientes das lavouras adultas nas lavouras com plantas em estádios iniciais de desenvolvimento.

3) Evitar, na safrinha, a semeadura de cultivares de milho susceptíveis aos enfezamentos, particularmente em localidades com grande concentração de lavouras de milho da safra de verão, para evitar danos severos na produção, decorrentes da migração de cigarrinhas infectantes, provenientes dessas lavouras adultas, para as novas lavouras com plantas jovens.

4) Evitar deixar no campo grande concentração de plantas de milho voluntárias, remanescentes de lavouras anteriores, por causa da germinação dos grãos perdidos na colheita, para evitar preservar as cigarrinhas e o inóculo dos mollicutes que infectarão as plântulas das novas lavouras.

### Virose mosaico-comum

1) Eliminar outras espécies gramíneas com sintomas dessa virose, presentes na área e proximidades da lavoura de milho, para evitar que sirvam de fonte de inóculo do vírus, que será transmitido para o milho pelos pulgões.

2) Evitar o sistema de produção com semeadura escalonada do milho, quando as lavouras com plantas adultas estiverem servindo de fonte de pulgões e de vírus para as lavouras com plantas jovens.

3) Em áreas com alta incidência dessa virose, evitar semeaduras tardias, que expõem as plântulas ao clima favorável, aos pulgões e ao desenvolvimento de gramíneas nativas infectadas pelo vírus, que se tornam fonte de inóculo para a infecção do milho.

## Recomendações para o manejo de doenças do milho disseminadas por insetos-vetores

A utilização de medidas para escapar ou para controlar as doenças do milho disseminadas por insetos requer, prioritariamente, a análise de condições referentes à área e à época em que será feita a semeadura da nova lavoura.



## Análise prévia

1) É essencial verificar se já existem muitas lavouras de milho nas imediações da área, e no município, considerando-se que essas lavouras, a partir do florescimento, constituirão fonte do inseto-vetor dos molicutes, e desses agentes patogênicos, para as plântulas da nova lavoura.

2) É importante verificar se, após a semeadura, as plantas de milho nos estádios iniciais de desenvolvimento, antes do florescimento, estarão expostas a condições climáticas com temperaturas elevadas (em torno de 18 e 30 °C, noite e dia, respectivamente), visto que essas condições de temperatura favorecem o desenvolvimento dos molicutes no inseto-vetor e na planta.

3) Há necessidade de se verificar se há informações disponíveis para as cultivares de milho recomendadas para a região, referentes à resistência aos enfezamentos e à virose do mosaico-comum.

4) Observa-se que apenas o tratamento inseticida para controle da cigarrinha *D. maidis* não é suficiente para controlar os enfezamentos causados por molicutes, em situações em que há grande pressão de inóculo desses patógenos (OLIVEIRA et al., 2007a). O tratamento inseticida das sementes é insuficiente para proteger a plântula em situações: **a)** em que a cultivar de milho não possui determinado nível de resistência e, por isso, ocorre transmissão do patógeno antes da morte do inseto; **b)** quando há fluxo contínuo de entrada de cigarrinhas infectantes na lavoura, aumentando a pressão de inóculo. Contudo, particularmente em situações em que não ocorre um fluxo contínuo de entrada de cigarrinhas infectantes na lavoura, o tratamento inseticida das sementes pode contribuir para reduzir o nível de incidência dessas doenças. Esse efeito pode ser ainda maximizado pela utilização de cultivares de milho com algum nível de resistência a essas doenças.

4) No caso específico da virose do mosaico-comum, é importante verificar no entorno, e na própria área da lavoura, a possível ocorrência de plantas daninhas com sintomas dessa virose, que podem servir de fonte de inóculo para a infecção do milho. Frequentemente, encontra-se o capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*) com sintomas de mosaico,

entre as plântulas de milho. Esse capim brota no início das chuvas, ou com a água da irrigação, e quando se encontra infectado pelos potyvirus do mosaico-comum, serve de fonte de inóculo para a infecção do milho. Sobrevive de um ano para outro, na forma de rizoma e, assim, pode servir de reservatório do vírus e brotar já infectado, apresentando sintomas da virose.

## Recomendações para o manejo

### Enfezamentos

1) Evitar semeaduras tardias, que concentram cigarrinhas infectantes com molicutes, na nova lavoura, provenientes de lavouras com plantas adultas presentes nas imediações.

2) Evitar utilizar sistema de produção com semeadura escalonada.

3) Utilizar cultivares de milho com resistência genética aos enfezamentos, se disponíveis.

4) Diversificar as cultivares de milho a serem plantadas e rotacionar sempre, trocando essas por outras cultivares, a cada plantio, para minimizar possíveis perdas, e evitar a possível seleção de variantes genéticas dos patógenos.

5) Em locais e em épocas que oferecem maior risco de incidência dos enfezamentos, utilizar também o tratamento das sementes com inseticida para controlar a cigarrinha *Dalbulus maidis*.

### Virose mosaico-comum

1) Eliminar, na área destinada à semeadura, as gramíneas nativas que apresentam sintomas da virose.

2) Interromper a semeadura do milho em sistema escalonado, quando as lavouras em desenvolvimento apresentarem alta incidência da virose.

3) Utilizar cultivares de milho com resistência genética à virose.

## Referências

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5th ed. Oxford: Academic, 2005. 922 p.
- ALMEIDA, A. C. L.; OLIVEIRA, E.; RESENDE, R. O. Detecção de vírus por RT-PCR, hibridização "Dot-blot" e "Dot-ELISA" em milho com mosaico comum. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 168-174, 2000.
- ALMEIDA, A. C.; OLIVEIRA, E.; RESENDE, R. O. Fatores relacionados à incidência e disseminação do vírus do mosaico comum do milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 4, p. 766-769, 2001.
- BEDENDO, I. P.; DAVIS, R. E.; DALLY, E. L. Molecular evidence for the presence of maize bushy stunt phytoplasma in corn in Brazil. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 81, p.957, 1997.
- BERTELS, A. **Revisão de afídeos no Rio Grande do Sul**. Pelotas: IPEAS, 1973. 64 p. (IPEAS. Boletim Técnico 84).
- BERTI FILHO, E. Hyperparasitism in *Rhopalosiphum maidis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 167-169, 1982.
- BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. *Rhopalosiphum maidis* (Fitch). In: BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. **Aphids on the world's crops: an identification and information guide**. Chichester: John Wiley & Sons, 1984. p. 340-341.
- COSTA, A. S.; KITAJIMA, E. W.; ARRUDA, S. C. Moléstias de vírus e de micoplasma no milho em São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia**, Piracicaba, v. 4, n. 4, p. 39-41, 1971.
- DAVIS, R. E.; WHITCOMB, R. F.; CHEN, T. A.; GRANADOS, R. R. Current status of the aetiology of corn stunt disease. In: ELLIOT, K.; BIRCH, J. (Ed.). **Ciba Foundation Symposium 6: pathogenic mycoplasmas**. Chichester: John Wiley & Sons, 1972. p. 205-225.
- DEWAR, A. M.; WOIWOD, I.; CHOPPIN DE JANVRY, E. Aerial migration of the rosegrain aphid *Metopolophium dirhodum* (Wlk), over Europe in 1979. **Plant Pathology**, London, v. 29, p. 101-109, 1980.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- GUSSIE, J. S.; FLECHER, J.; CLAYPOOL, P. L. Movement and multiplication of *Spiroplasma kunkelii* in corn. **Ecology and Epidemiology**, v. 85, n. 10, p. 1093-1098, 1995.
- HILL, D. S. *Rhopalosiphum maidis* (Fitch). In: HILL, D. S. **Agricultural insect pests of the tropics and their control**. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1983. p. 204.
- LARSEN, K. J.; NAULT, L. R.; MOYA-RAYGOSA, G. Overwintering biology of *Dalbulus* leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae): adult population and drought hardiness. **Environmental Entomology**, College Park, v. 21, n. 3, p. 566-577, 1992.
- MASSOLA JÚNIOR, N. S. **Avaliação de danos causados pelo enfezamento vermelho e enfezamento pálido na cultura do milho**. 1998. 75 p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1998.
- MAIA, W. J. M. S.; CARVALHO, C. F.; CRUZ, I.; SOUZA, B.; MAIA, T. J. A. Influência da temperatura no desenvolvimento de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (hemíptera: Aphididae) em condições de laboratório. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 520-529, 2004.
- MOYA-RAYGOZA, G.; NAULT, L. R. Transmission biology of maize bushy stunt phytoplasma by the corn leafhopper (Homoptera Cicadellidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 91, n. 5, p. 668-676, 1998.
- NAULT, L. R. Maize bushy stunt and corn stunt: a comparison of disease symptoms, pathogens host ranges, and vectors. **Phytopathology**, St. Paul, v. 70, p. 659-662, 1980.

- OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. R. S.; DIAS, C. T. S.; NAULT, L. R. Influence of latitude and elevation on polymorphism among populations of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 33, p. 1192-1199, 2004.
- OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. R.; NAULT, L. R. Survival strategies of *Dalbulus maidis* during maize off-season in Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 147, n. 2, p. 141-153, 2013a.
- OLIVEIRA, E.; GAMA, E. E. G.; TEIXEIRA, F. F.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, A. R. Genetic control of maize resistance to corn stunt spiroplasma. **Phytopathogenic Mollicutes**, New Delhi, v. 3, n. 2, p. 68-71, 2013b.
- OLIVEIRA, C. M.; OLIVEIRA, E.; CANUTO, M.; CRUZ, I. Controle químico da cigarrinha-do-milho e incidência dos enfezamentos causados por mollicutes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 297-303, 2007a.
- OLIVEIRA, E.; SANTOS, J. C.; MAGALHÃES, P. C.; CRUZ, I. Maize bushy stunt phytoplasma transmission by *Dalbulus maidis* is affected by spiroplasma acquisition and environmental conditions. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 60, n. 2, p. 229-230, 2007b.
- OLIVEIRA, E.; CARVALHO, R. V.; DUARTE, A. P.; ANDRADE, R. A.; RESENDE, R. O.; OLIVEIRA, C. M.; RECCO, P. C. Mollicutes e vírus em milho na safrinha e na safra de verão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 2, p. 38-46, 2002a.
- OLIVEIRA, E.; OLIVEIRA, C. M.; SOUZA, I. R. P.; MAGALHÃES, P. C.; CRUZ, I. Enfezamentos em milho: expressão de sintomas foliares, detecção dos mollicutes e interações com genótipos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 1, p. 53-62, 2002b.
- OLIVEIRA, E.; LANDAU, E. C.; OLIVEIRA, C. M. Maize bushy stunt phytoplasma in Brazil. **Phytopathogenic Mollicutes**, New Delhi, v. 2, n. 1, p. 1-8, 2012.
- OLIVEIRA, E.; SOUZA, S. M.; LANDAU, E. C. Transmission of maize bushy stunt phytoplasma by *Dalbulus maidis* leafhopper. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 64, p. S153-S154, 2011. Suplemento.
- OLIVEIRA, E.; LANDAU, E. C.; SOUSA, S. M. Simultaneous transmission of phytoplasma and spiroplasma by *Dalbulus maidis* leafhopper and symptoms of infected maize. **Phytopathogenic Mollicutes**, New Delhi, v. 5, p. S99-S100, 2014a. Suplemento.
- OLIVEIRA, E.; TERNES, S.; VILAMIU, R.; LANDAU, E. C.; OLIVEIRA, C. M. Abundance of the insect vector of two different *Mollicutes* plant pathogens in the vegetative maize cycle. **Phytopathogenic Mollicutes**, New Delhi, v. 5, p. S117-S118, 2014b. Suplemento.
- PITRE, H. N.; COMBS, R. L.; DOUGLAS, W. A. Gamagrass, *Tripsacum dactyloides*: a new host of *Dalbulus maidis*, vector of corn stunt virus. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 50, n. 8, p. 570-571, 1966.
- REDINBAUGH, M. G.; JONES, M. W.; GINGERY, R. E. The genetics of virus resistance in maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, Bergamo, v. 49, p. 183-190, 2004.
- SABATO, E. de O.; GALVAO, S. R.; LANDAU, E. C. Efeitos da temperatura no enfezamento pálido do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30.; SIMPÓSIO SOBRE LEPDÓPTEROS COMUNS A MILHO, SOJA E ALGODÃO, 1., 2014, Salvador. **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**: resumos expandidos. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. 1 CD-ROM.
- SABATO, E. O.; NICÉSIO, F. J. A. P.; FERNANDES, F. T. **Identificação e controle de doenças do milho**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. 145 p.
- SABATO, E. de O.; LANDAU, E. C. **Influência da temperatura nos sintomas causados pelo enfezamento pálido do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 151).



SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; OLIVEIRA, E. Controle genético da resistência aos enfezamentos do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 921-928, 2003.

SILVA, A. G. D'A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. N.; SIMONI, L. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro: Ministério de Agricultura, Laboratório Central de Patologia Vegetal, 1968. t. 1, pt. 2, 662 p.

SILVEIRA, F. T.; MORO, J. R.; SILVA, H. P. da; OLIVEIRA, J. A. de; PERECIN, D. Herança da resistência ao enfezamento em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1717-1723, dez. 2008

SOUZA, I. R. P.; SHUELTER, A. R.; GUIMARÃES, C. T.; SCHUSTER, I.; OLIVEIRA, E.; REDINBAUGH, M. Mapping QTL contributing to SCMV resistance in tropical maize. **Hereditas**, Lund, v. 145, n. 4, p. 167-173, 2008.

TRIPLEHORN, B. W.; NAULT, L. R. Phylogenetic classification of the genus *Dalbulus* (Homoptera: Cicadellidae), and notes on the phylogeny of the Macrostelini. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 78, p. 291-315, 1985.

WHITCOMB, R. F.; CHEN, T. A.; WILLIAMSON, D. L.; LIAO, C.; TULLY, J. G.; BOVÉ, J. M.; MOUCH, E. S. C.; ROSE, D. L.; COAN, M. E.; CLARK, T. B. *Spiroplasma kunkelii* sp. nov.: characterization of the etiological agent of corn stunt disease. **International Journal of Systematic Bacteriology**, Washington, v. 36, p. 170-178, 1986.

### Circular Técnica, 205

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Milho e Sorgo**  
**Endereço:** Rod. MG 424 km 45 Caixa Postal 151  
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG  
**Fone:** (31) 3027 1100  
**Fax:** (31) 3027 1188  
**E-mail:** www.embrapa.br/fale-conosco/sac  
1ª edição  
1ª impressão (2014): on line

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA

### Comitê de publicações

**Presidente:** Sidney Netto Parentoni  
**Secretário-Executivo:** Elena Charlotte Landau  
**Membros:** Antonio Claudio da Silva Barros, Dagma Dionísia da Silva, Maria Marta Pastina, Monica Matoso Campanha, Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro Rosângela Lacerda de Castro

### Expediente

**Revisão de texto:** Antonio Claudio da Silva Barros  
**Normalização Bibliográfica:** Rosângela Lacerda de Castro  
**Tratamento das ilustrações:** Alexandre Esteves  
**Edição eletrônica:** Alexandre Esteves