

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agropecuária Oeste
Ministério da Agricultura e Pecuária***

DOCUMENTOS 149

Cigarrinha-do-milho

Desafios ao manejo de enfezamentos e viroses na cultura do milho

*Crébio José Ávila
Charles Martins de Oliveira
Suélen Cristina da Silva Moreira
Rodolfo Bianco
Marco Antonio Tamai*

***Embrapa Agropecuária Oeste
Dourados, MS
2022***

Embrapa Agropecuária Oeste
BR 163, km 253,6
Trecho Dourados-Caarapó
79804-970 Dourados, MS
Caixa Postal 449
Fone: (67) 3416-9700
www.embrapa.br/
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade

Presidente
Walder Antonio Gomes de Albuquerque Nunes

Secretária-Executiva
Silvia Mara Belloni

Membros
*Alexandre Dinnys Roese, Auro Akio Otsubo,
Claudio Lazzarotto, Danilton Luiz Flumignan,
Eliete do Nascimento Ferreira, Guilherme
Lafourcade Asmus, José Rubens Almeida
Leme Filho, Marciana Retore e Tarcila Souza
de Castro Silva*

Supervisão editorial
Eliete do Nascimento Ferreira

Revisão de texto
Eliete do Nascimento Ferreira

Normalização bibliográfica
Silvia Mara Belloni

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Eliete do Nascimento Ferreira

Fotos da capa
Charles Martins de Oliveira

1ª edição
Publicação digital (2022): PDF
1ª impressão (2023): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agropecuária Oeste

Cigarrinha-do-milho: desafios ao manejo de enfezamentos e
virozes na cultura do milho / Crébio José Ávila ... [et. al.]. –
Dourados, MS : Embrapa Agropecuária Oeste, 2022.
37 p. : il. color. ; 16 x 21 cm. – (Documentos / Embrapa
Agropecuária Oeste, ISSN 1516-845X ; 149).

1. Cigarrinha-do-milho. 2. Inimigo natural. 3. *Zea mays*. I. Ávila,
Crébio José. II. Oliveira, Charles Martins de. III. Moreira, Suélen
Cristina da Silva. IV. Tamai, M. A. V. Embrapa Agropecuária Oeste.
VI. Título. VII. Série.

CDD 633.15 (21. ed.)

Autores

Crébio José Ávila

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Charles Martins de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Brasília, DF.

Suélen Cristina da Silva Moreira

Biotechnologista, doutora em Entomologia, pesquisadora na Difusão Agrícola Consultoria e Pesquisa Ltda., Chapadão do Sul, MS.

Rodolfo Bianco

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – Iapar-Emater, Londrina, PR.

Marco Antonio Tamai

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, professor e pesquisador da Universidade do Estado da Bahia, Barreiras, BA.

Apresentação

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais commodities agrícolas brasileira e o seu cultivo, em grandes áreas e em diferentes safras, favorece a incidência de pragas, que podem causar perdas expressivas se não forem controladas corretamente. Este é o caso da cigarrinha *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), inseto que até pouco tempo era um problema secundário na cultura do milho; porém, a partir de 2015, tornou-se uma das principais pragas dessa gramínea. Elevadas populações desse inseto têm sido registradas nas últimas safras em diferentes regiões produtoras, particularmente nos cultivos de segunda época ou de safrinha, impactando de forma significativa, na produção e na produtividade de grãos. Embora a cigarrinha-do-milho possa causar dano direto pela sucção contínua de seiva das plantas, os maiores prejuízos estão relacionados à capacidade deste inseto ser vetor de patógenos, como os mollicutes, que causam os enfezamentos vermelho e pálido na cultura. Nesse sentido, este documento torna-se um importante referencial para a questão exposta, pois traz informações básicas a respeito desse patossistema envolvendo a cigarrinha, enfezamentos e viroses; expõe o real panorama do problema em nível nacional, bem como aponta as principais estratégias de manejo disponíveis, visando minimizar os prejuízos causados por essas doenças na cultura do milho.

Harley Nonato de Oliveira
Chefe-Geral
Embrapa Agropecuária Oeste

Sumário

Introdução	9
Aspectos taxonômicos e bioecológicos da cigarrinha-do-milho.....	10
Agentes causais, transmissão e danos causados pelos enfezamentos e pela virose da risca na cultura do milho	13
Situação dos enfezamentos e de seus danos no milho de diferentes regiões do Brasil.....	18
Manejo da cigarrinha-do-milho e dos patógenos por ela transmitidos.....	23
Referências	31

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais commodities agrícolas brasileira, sendo o País o terceiro maior produtor mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China. Estima-se que durante a safra de verão de 2021/2022 e safrinha de 2022 foram produzidos cerca de 24,8 milhões e 86,3 milhões de toneladas de grãos de milho, respectivamente, com rendimento médio de 5.376 kg ha⁻¹ (Conab, 2022). A maior parte desta produção abastece o mercado interno, sendo que 70% a 80% destinam-se à cadeia de produção de proteína animal (Nunes, 2022).

A produção de milho em áreas extensivas pode favorecer a incidência de pragas, que utilizam suas plantas para alimentação, reprodução ou abrigo, e pode causar perdas expressivas na cultura se não forem controladas corretamente (Kogan, 1998). Mudanças no sistema produtivo das diversas plantas cultivadas, ao longo do tempo, proporcionam alterações no status dos insetos-praga, podendo algumas espécies perderem sua importância relativa, enquanto outras de menor relevância se tornam pragas-chave nos cultivos. Este parece ser o caso da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) (Figura 1), que até pouco tempo era considerada um problema secundário no milho, mas que a partir de 2015 tornou-se uma das principais pragas desta cultura. Elevadas populações desse inseto têm sido registradas nas últimas safras em diferentes regiões produtoras, em especial nos cultivos de segunda época ou de safrinha (Oliveira et al., 2013b; 2020; Oliveira: Frizzas, 2021). Embora o dano direto às plantas de milho pela sucção contínua de seiva possa ocorrer (Virla et al., 2021), os maiores prejuízos causados por *D. maidis* estão relacionados à sua capacidade de transmitir eficientemente patógenos causadores de doenças na cultura (Lopes; Oliveira, 2004; Oliveira et al., 2003).

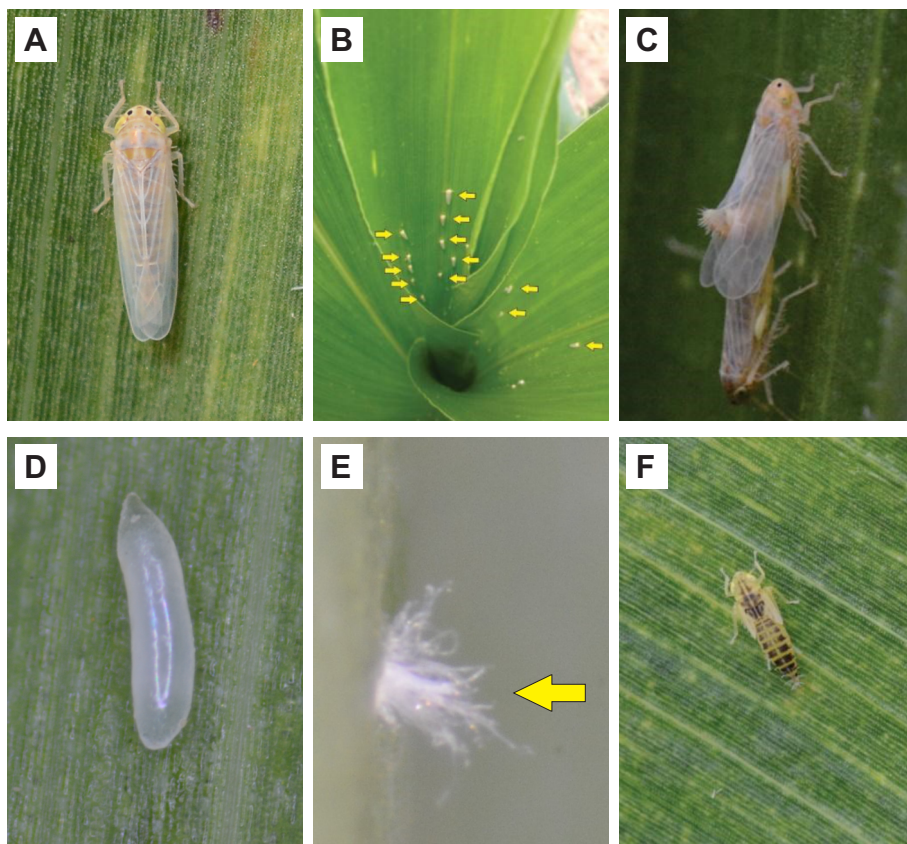
A cigarrinha-do-milho é capaz de transmitir os patógenos fitoplasmas, que causam o enfezamento-vermelho (*maize bushy stunt phytoplasma* – MBSP) e o espiroplasma (*corn stunt Spiroplasma* – *Spiroplasma kunkelii* - CSS), responsável pelo enfezamento-pálido (Nault, 1980; Whitcomb et al., 1986; Massola Júnior, 2001). Os enfezamentos do milho são considerados um dos principais desafios fitossanitários da cadeia produtiva dessa gramínea no

Brasil. Além dos enfezamentos, a cigarrinha pode também transmitir os vírus responsáveis pelas doenças chamadas de virose da risca (*Maize rayado fino virus* – MRFV) (Gámez, 1973) e virose do mosaico estriado do milho (*Maize striate mosaic virus* – MSMV) (Vilanova et al., 2022), os quais, dependendo das condições do ambiente, do híbrido utilizado e da idade em que as plantas são infectadas, podem também provocar perdas expressivas na produtividade da cultura.

Os resultados da combinação dos danos pela alimentação de *D. maidis* e, principalmente, pela transmissão de patógenos por esse inseto-vetor, podem resultar em perdas substanciais de rendimento e qualidade dos grãos de milho produzidos (Summers et al., 2004; Massola Júnior et al., 1999; Sabato, 2017; Oliveira; Frizzas, 2021). Diante da importância atual do complexo de enfezamentos e das viroses do milho, cujos patógenos são transmitidos por *D. maidis*, reuniu-se neste documento informações básicas a respeito desse patossistema, expondo o real panorama do problema, além de apontar as principais estratégias de manejo disponíveis, visando minimizar os prejuízos causados por essas doenças no Brasil.

Aspectos taxonômicos e bioecológicos da cigarrinha-do-milho

A cigarrinha-do-milho é um inseto sugador pertencente à ordem Hemiptera e família Cicadellidae. Como outros representantes desta família, *D. maidis* apresenta quatro fileiras de espinhos nas tíbias das pernas posteriores e, quando adultos, apresentam coloração amarelo-palha e asas transparentes (Figura 1A). Os adultos medem de 3,7 mm a 4,3 mm de comprimento e apresentam duas manchas circulares negras facilmente visíveis na parte dorsal da cabeça, entre os olhos compostos, característica que a diferencia da maioria de outras cigarrinhas associadas ao milho e que facilita a sua identificação no campo (Waquil, 2004; Oliveira et al., 2017). Os insetos apresentam o comportamento de se deslocarem lateralmente sobre a planta quando perturbados e são encontrados preferencialmente no interior do cartucho das plantas de milho (Figura 1B).



Fotos: Charles Martins de Oliveira

Figura 1. *Dalbulus maidis* DeLong & Wolcott (Hemiptera, Cicadellidae): A) detalhe do adulto em repouso; B) adultos presentes no cartucho da planta de milho (cada seta amarela indica a presença de um adulto); C) adultos em cópula – fêmea acima (maior) e macho abaixo (menor); D) ovo retirado da nervura central de planta de milho, E) microfilamentos que se formam 48 horas a 72 horas após a postura (seta amarela mostra a posição dos microfilamentos); e F) ninfa de *D. maidis*.

As fêmeas são geralmente maiores que os machos (Figura 1C) e fazem postura endofítica, ou seja, inserem seus ovos no mesófilo das folhas do milho, preferencialmente próximo da nervura central (Marín, 1987; Waquil et al., 1999). Os ovos medem 1 mm x 0,2 mm; apresentam o formato de um grão de arroz, sendo transparentes inicialmente e tornando-se leitosos, com o passar dos dias de desenvolvimento (Figura 1D). O período embrionário dura 8 dias e cerca de 48 horas a 72 horas após a postura os ovos projetam tufo de microfilamentos brancos externamente (Figura 1E). Após o período embrionário, esta espécie passa, em geral, por cinco instares ninfais (Figura 1F) com duração média de 17 dias, à temperatura de 26 °C. O ciclo de ovo a adulto tem duração entre 15 dias a 27 dias, dependendo da temperatura e umidade do ambiente. Os adultos apresentam longevidade de 51 dias a 77 dias e cada fêmea pode ovipositar de 400 a 600 ovos (Davis, 1966; Marín, 1987; Waquil et al., 1999; Zurita et al., 2000; Tsai, 1988). Em condições adequadas, *D. maidis* é capaz de produzir mais de 2 gerações durante o período de cultivo do milho tanto no verão quanto na safrinha (Todd et al., 1991).

No Brasil, o milho é conhecido como a única planta hospedeira de *D. maidis* (Oliveira et al., 2020; Oliveira; Frizzas, 2021). Entende-se por planta hospedeira a espécie vegetal que permite que o inseto se abrigue, se alimente e reproduza, completando assim o seu ciclo biológico (Burckhardt et al., 2014). Entretanto, durante os períodos de entressafra, a cigarrinha pode utilizar outras espécies de gramíneas para alimentação ou abrigo, tais como trigo, sorgo, milheto, capim-colonião, braquiárias e capim-elefante, especialmente quando essas espécies são cultivadas próximas das lavouras de milho, porém sem reproduzir (Oliveira et al., 2020).

Agentes causais, transmissão e danos causados pelos enfezamentos e pela virose da risca na cultura do milho

Os enfezamentos (vermelho e pálido) são doenças sistêmicas vasculares causadas por dois patógenos distintos (fitoplasma e espiroplasma). Esses patógenos são bactérias procariontes pertencentes à classe Mollicutes, que não apresentam parede celular (Bascope-Quintanilla, 1977; Nault, 1980). O fitoplasma e o espiroplasma se alojam e colonizam os vasos condutores (floema) das plantas, provocando desordens fisiológicas, hormonais e bioquímicas, que se refletem em sintomas foliares e deformações em outras partes vegetativa e reprodutiva do milho.

O modo de transmissão dos mollicutes pela cigarrinha-do-milho é do tipo persistente e propagativa (Nault, 1980). Persistente, porque após a aquisição dos patógenos em plantas com sintomas de enfezamentos, o inseto permanece infectivo por praticamente toda a sua vida. Propagativa, pois os patógenos se multiplicam e circulam no corpo do inseto vetor, embora não ocorra a transmissão transovariana, ou seja, a fêmea não transmite os patógenos para os seus descendentes por meio de seus ovos (Alvizatos; Markham, 1986). Períodos entre 60 e 120 minutos e 30 e 60 minutos (período de acesso a aquisição – PAA) são suficientes, respectivamente, para a cigarrinha adquirir o fitoplasma e o espiroplasma, embora períodos maiores de alimentação aumentem a eficiência tanto na aquisição quanto na transmissão desses patógenos (Legrand; Power, 1994; Alvizatos; Markham, 1986). Após adquirir esses patógenos, a cigarrinha necessita de três a quatro semanas para ser capaz de transmiti-los às plantas, intervalo de tempo chamado de período latente. Terminado o período latente, *D. maidis* precisa de 30 a 60 minutos (período de acesso à inoculação – PAI), quando o inseto se alimenta na planta sadia, para transmitir os mollicutes. O período de retenção dos patógenos no inseto, ou seja, por quanto tempo a cigarrinha permanece infectiva, é relativamente longo (quatro a sete semanas).

As cigarrinhas apresentam alto potencial biótico e podem colonizar e infectar plantas de milho recém-germinadas. Isso ocorre em função de *D. maidis* possuir grande capacidade de migração entre regiões produtoras de milho (Oliveira et al. 2013a) e assim apresentar alta eficiência na transmissão dos patógenos (Oliveira et al., 2011). Em milho, adultos e ninfas de *D. maidis* podem causar danos diretos ao se alimentarem continuamente da seiva presente no floema das plantas, embora esse tipo de dano seja menos problemático em comparação aos causados pela transmissão dos patógenos (Nault et al., 1983; Waquil, 1997). Todavia, quando ocorre em alta população, a cigarrinha-do-milho pode sugar a seiva das plantas e excretar uma substância açucarada decorrente de sua alimentação, denominada de “honeydew”. Essa substância, ao ser expelida pelo inseto, favorece a proliferação de fungos do gênero *Capnodium* que causam a fumagina no limbo foliar do milho, deixando a superfície da folha escura (Figura 2A). A ocorrência de fumagina resseca as folhas do milho pela maior absorção do calor solar e interfere negativamente na fotossíntese da planta; assim, pode afetar o desenvolvimento e a produtividade da cultura.

Os maiores danos causados por *D. maidis*, no entanto, são decorrentes da transmissão dos mollicutes e vírus causadores, respectivamente, dos enfezamentos e viroses. Os enfezamentos podem reduzir em mais de 70% a produção de grãos, em genótipos de milho suscetíveis em comparação a uma planta sadia, sendo a redução total da produtividade na área cultivada diretamente proporcional à quantidade de plantas com enfezamentos (Massola Júnior et al., 1999; Oliveira et al., 2013b; Sabato et al., 2013).

Os enfezamentos pálido e vermelho foram descritos no Brasil na década de 1970 (Costa et al., 1971; Kitajima; Costa, 1972). Os sintomas dessas doenças se manifestam em maior intensidade na fase reprodutiva das plantas de milho. O enfezamento-vermelho é, em geral, caracterizado pelo avermelhamento das folhas, que normalmente ocorre das bordas para o centro e no ápice, seguido por seca que também ocorre das bordas para o centro (Figura 2B). O enfezamento-pálido é caracterizado por estrias cloróticas, que percorrem a base das folhas paralelamente às nervuras (Figura 2C).

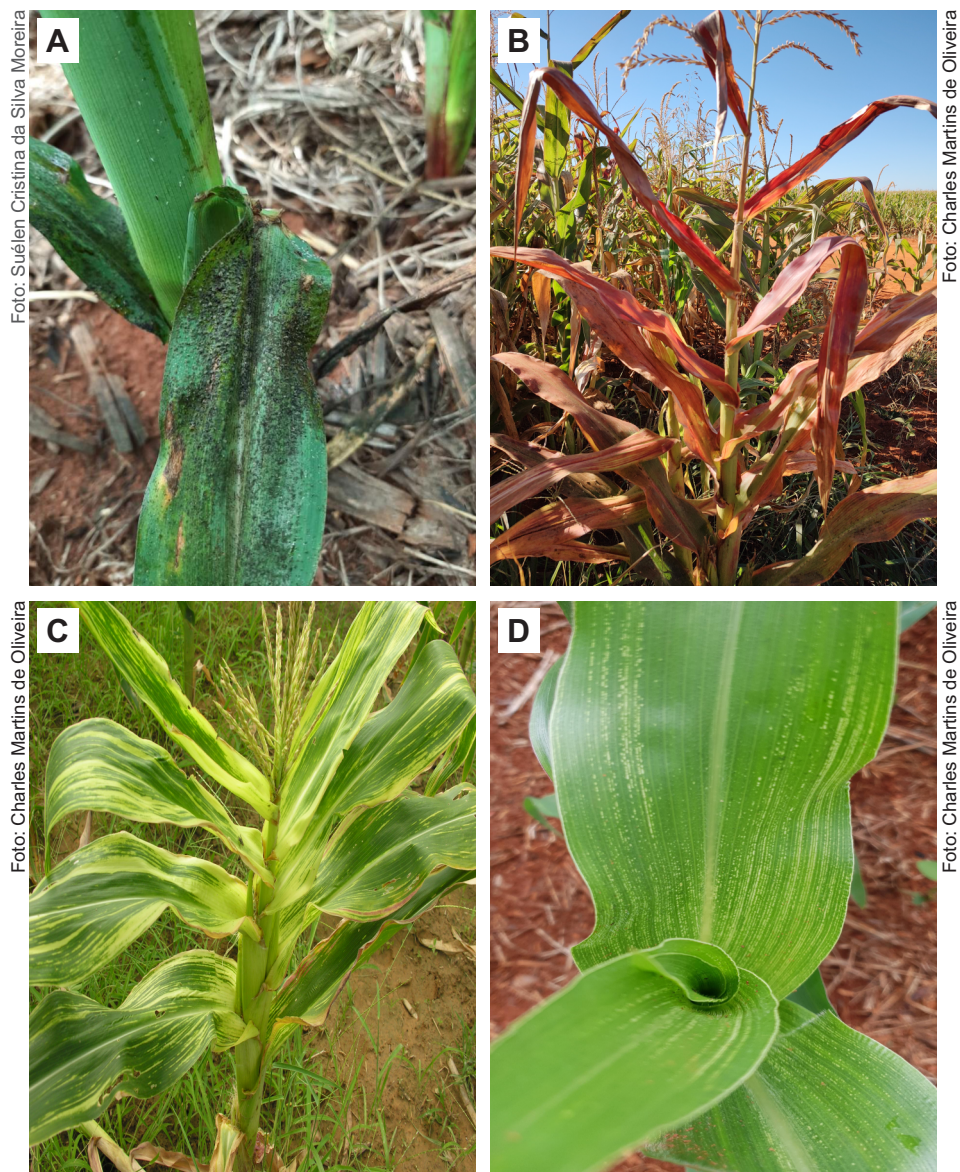


Figura 2. Fumagina e sintomas de enfezamentos e virose da risca em milho em função do ataque de *Dalbulus maidis*: A) fumagina decorrente da alimentação de adultos e ninfas de *D. maidis*, B) sintomas de enfezamento-vermelho, C) sintomas de enfezamento-pálido e D) sintomas da virose da risca.

No campo, muitas vezes não é possível diferenciar visualmente esses dois tipos de enfezamentos, exceto quando há sintomas foliares característicos da infecção com espiroplasma (enfezamento-pálido), que apresentam estrias cloróticas tendendo à cor branca e irregulares, que se estendem da base em direção ao ápice das folhas. As plantas de milho podem ser simultaneamente infectadas com espiroplasma e fitoplasma, uma vez que a cigarrinha pode transmitir de forma isolada ou simultânea estes agentes causais (Oliveira et al., 2007b; Oliveira et al., 2015; Sabato, 2017). O diagnóstico baseado em sintomas não é conclusivo na distinção visual entre os enfezamentos vermelho e pálido e, às vezes, pode confundir com outras doenças ou até mesmo deficiências nutricionais. A correta identificação dessas doenças só é possível por meio de análises em laboratório utilizando-se a técnica de *Polimerase Chain Reaction* (PCR) com oligonucleotídeos (primers) específicos e capazes de determinar qual patógeno está presente nas plantas ou até mesmo no inseto-vetor (Souza; Barros, 2017).

Embora a incidência dos enfezamentos ocorra de forma variável em cultivos de milho nas diferentes regiões do Brasil, uma vez que depende da presença de um inseto-vetor infectivo, esses patógenos podem ser facilmente disseminados, visto que uma única planta de milho infectada pode servir de inóculo para várias outras plantas sadias da lavoura (Sabato, 2018). Dessa forma, o que antes era considerado de importância secundária, atualmente, em função das altas populações do inseto-vetor *D. maidis* nas lavouras do país, tem-se constatado um forte impacto econômico no sistema produtivo do milho (Oliveira; Frizzas, 2021).

Os principais sintomas causados por esses patógenos no milho estão relacionados ao comprometimento da translocação de fotoassimilados, alterações na absorção de nutrientes, bem como desordens hormonais e bioquímicas nas plantas. No quadro de sintomas incluem-se a presença de manchas foliares cloróticas ou avermelhadas; presença de brotos axilares; perfilhamento basal; redução de porte das plantas, em função do encurtamento dos internódios; presença de múltiplas espigas com tamanho reduzido e má formação das espigas, tornando as plantas muitas vezes improdutivas (Sabato, 2017). Outro sintoma comum decorrente da infecção

por mollicutes no milho é o acúmulo de sacarose no colmo, o que favorece a entrada de patógenos, que causa proliferação e colonização de fungos dos gêneros *Pythium* e *Fusarium*, especialmente na base do colmo, ocasionando, assim, o acamamento de plantas (Silva et al., 2017; Ávila et al., 2021). Em adição, pode também ocorrer quebramento e tombamento das plantas, particularmente nas cultivares suscetíveis.

Além dos mollicutes, a cigarrinha pode também transmitir de forma persistente e propagativa o vírus da risca do milho (*Maize rayado fino virus* – MRFV). Os sintomas iniciais se caracterizam pela ocorrência de pontos cloróticos ou linhas curtas, distribuídas de forma uniforme na parte superior de folhas jovens e, frequentemente, nas nervuras secundárias e terciárias (Figura 2D). Posteriormente, os pontos tornam-se mais numerosos e coalescem, ao longo das nervuras, formando riscas com mais de 10 cm de comprimento. Esses sintomas são mais característicos nas folhas de plantas em estádios iniciais de desenvolvimento, mas podem ocorrer também nas folhas mais velhas. Essas riscas são facilmente observadas quando as folhas são colocadas contra a luz do sol (De León, 2004; Sabato et al., 2013, Talamini et al., 2017). A cigarrinha-do-milho necessita de um período mínimo de alimentação de 6 horas em planta infectada para a aquisição do vírus (Paniagua; Gámez, 1976). O período latente varia de 8 a 22 dias (Gonzales; Gámez, 1974), enquanto o tempo mínimo de alimentação para a inoculação é de 8 horas (Paniagua; Gámez, 1976), porém, *D. maidis* pode reter essa infectividade por até 20 dias.

Com relação aos danos provocados por essa virose, observa-se que as plantas infectadas podem apresentar redução no crescimento, abortamento das gemas florais, bem como espigas e grãos menores que o tamanho normal. A redução na produção de grãos de milho pela ocorrência dessa virose pode variar de 10% a 100%, dependendo do ambiente, do estágio de desenvolvimento em que a planta foi infectada e das características genéticas do hospedeiro (Shurtleff, 1980; Vásquez; Mora, 2007; Zambrano et al., 2014). Há relatos em alguns países da América Central de perdas de 43% na produção de milho devido à ocorrência dessa virose nas plantas (De León, 2004). No Brasil, em estudos conduzidos em Minas Gerais, foi observada incidência de MRFV de até 96%, o que resultou em perdas de produção da ordem de 28,6% (Waquil et al., 1996).

Estudos recentes apontaram que *D. maidis* também é capaz de transmitir, de forma persistente e não propagativa, o vírus do mosaico estriado do milho (MSMV) (Vilanova et al., 2022), porém poucas informações estão disponíveis em relação a esse patossistema e ao impacto econômico dessa virose no sistema produtivo do milho no Brasil.

Situação dos enfezamentos e de seus danos no milho de diferentes regiões do Brasil

A capacidade de infecção e de multiplicação do fitoplasma e do espiroplasma em plantas de milho e no inseto-vetor está sob a influência de diversos fatores, principalmente aqueles relacionados às especificidades entre esses dois patógenos, o inseto-vetor, o clima e suas interações. Nesse contexto, é de se esperar que condições ambientais diferentes possam resultar na ocorrência de um ou de outro patógeno. Na região oeste do Paraná, por exemplo, durante a safrinha de milho de 2019, observou-se que 50% das amostras de cigarrinhas coletadas continham espiroplasma e nenhuma das amostras apresentou o fitoplasma (Cota, et al. 2020). Essa maior frequência de insetos infectados por espiroplasma pode estar associada à relação de mútuo benefício existente entre esse patógeno e o vetor. Estudos têm demonstrado que a infecção por espiroplasma pode favorecer o inseto-vetor, aumentando a sua capacidade de sobreviver a baixas temperaturas e à escassez de alimento (Ebbert; Nault, 1994), não afetando sua longevidade e fecundidade, enquanto o fitoplasma pode afetar em algumas situações estes parâmetros biológicos do inseto-vetor (Madden et al., 1984).

As temperaturas apresentam também grande influência na prevalência de fitoplasma ou espiroplasma. O estado do Paraná apresentou temperaturas relativamente elevadas em 2019, com médias entre 28 °C e 29 °C (Nitsche et al., 2019). Assim, a maior ocorrência do espiroplasma nas cigarrinhas pode também estar relacionada a esse fator, já que temperaturas em torno de 31 °C durante o dia e 25 °C durante a noite favorecem o desenvolvimento do espiroplasma nas plantas de milho e no inseto-vetor (Nault, 1980). Em contrapartida, temperaturas mais amenas favorecem o desenvolvimento do

fitoplasma em comparação ao espiroplasma (Sabato, 2018; Sabato et al., 2020).

Com relação às plantas de milho, em infecções múltiplas, ou seja, quando ambos os patógenos estão presentes, temperaturas mais baixas (17 °C) permitem apenas a multiplicação do fitoplasma, enquanto temperaturas mais elevadas (23 °C) possibilitam o desenvolvimento dos dois patógenos, porém o espiroplasma se multiplica mais rapidamente e prevalece sobre o fitoplasma (Sabato et al., 2020).

Levantamento recente realizado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) apontou maior incidência de enfezamento-pálido (espiroplasma) em relação ao enfezamento-vermelho (fitoplasma) na maioria das regiões produtoras de milho do Brasil (Brasil, 2022) (Figura 3).

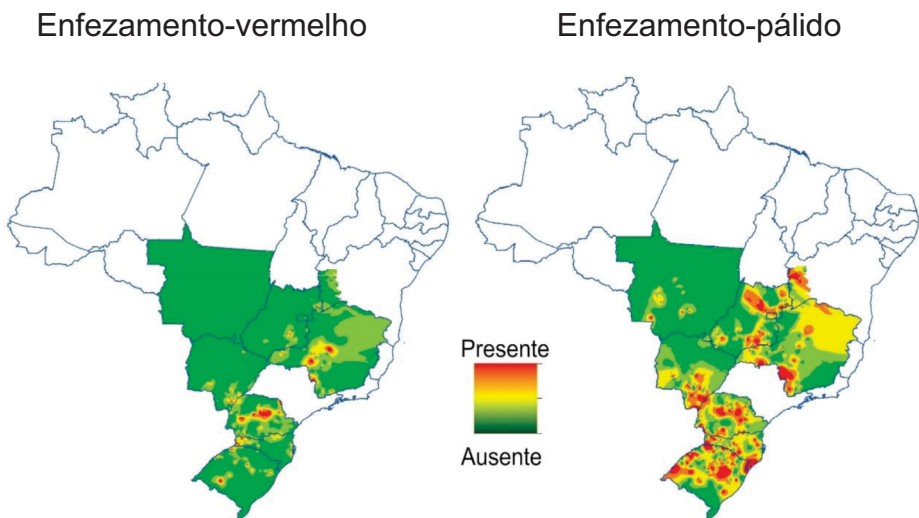


Figura 3. Distribuição dos enfezamentos vermelho e pálido nas principais regiões produtoras de milho, de verão e de safrinha, no ciclo de 2021, com base em amostragens coordenadas pelo Ministério da Agricultura e Pecuária.

Fonte: Brasil, 2022.

Estudos da dinâmica populacional da cigarrinha-do-milho no Brasil foram conduzidos nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste e demonstraram que *D. maidis* pode ocorrer continuamente ao longo do ano, contribuindo para o aumento da incidência das doenças cujos patógenos são transmitidos por esse inseto-vetor (Waquil, 1997; Ávila; Arce, 2008; Oliveira et al., 2013a; Meneses, 2015).

A ocorrência de surtos epidêmicos de enfezamentos com danos expressivos tem sido observada em várias regiões do Brasil desde a década de 1990. Por exemplo, surtos de enfezamentos já foram registrados em Quirinópolis, GO (safrinha 1997), Paraguaçu, SP (safra 2001/2002), sudoeste de Santa Catarina e norte do Rio Grande do Sul (safra 2005/2006), sul e norte de Mato Grosso do Sul, sudoeste de Goiás e no Triângulo Mineiro (safra 1994/1995). Entretanto, a partir da safrinha 2015, surtos mais graves e de maior amplitude e persistência vêm ocorrendo nas regiões de Luís Eduardo Magalhães, BA; no sudoeste de Goiás; no Triângulo Mineiro e no noroeste de Minas Gerais. Na safra 2020/2021 foram constatados problemas com os enfezamentos na região Sul do País (Oliveira et al., 2020, Oliveira; Frizzas, 2021).

Nos estados do Paraná, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, o Instituto de Desenvolvimento Rural (IDR - Paraná), a Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (Adapar), a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) e a Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater/RS - Ascar), com apoio das Secretarias de Agricultura Estaduais, têm realizado monitoramento de *D. maidis* e do complexo de enfezamentos em diversos municípios produtores de milho, tanto na primeira quanto na segunda safra. Resultados desses levantamentos indicam que o inseto-vetor e os enfezamentos se encontram distribuídos nas diferentes regiões produtoras. No entanto, nas amostras de plantas e nos insetos coletados, após análise por PCR, constatou-se a maior prevalência do enfezamento-pálido em relação ao enfezamento-vermelho e a virose da risca.

As regiões Centro-Oeste e Sudeste, além do oeste da Bahia, apresentam ocorrência e danos provocados pelo complexo de enfezamentos. Todavia, a incidência dos enfezamentos parece estar mais relacionada às regiões mais

quentes, com baixa altitude e com período mais longo de semeadura em lavouras de primeira e segunda safra (Ávila et al., 2021). Essa maior incidência dos enfezamentos também ocorre nas regiões com bacia leiteira, quando o milho de silagem é semeado em diferentes épocas, a exemplo da região de Toledo, PR. Uma maior população de cigarrinhas também tem sido verificada nas semeaduras de milho antecipadas, como em pequenas áreas isoladas que formam ilhas de atração. Neste caso, devido à alta capacidade migratória das cigarrinhas, ocorre o chamado efeito de concentração, quando pequenas áreas recebem uma população elevada de cigarrinhas.

Na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, onde não ocorre o cultivo de milho no verão, predomina apenas o cultivo extensivo de soja. No passado, muitas vezes as populações de *D. maidis* que iniciavam a infestação do milho safrinha eram relativamente pequenas, pois não haviam se multiplicado na safra de verão, e eram oriundas de populações migratórias de outras regiões produtoras de milho no País. Essas populações colonizadoras da cigarrinha-do-milho eram relativamente baixas e provavelmente apresentavam baixas taxas de infectividade natural. Dessa forma não se observava a incidência de enfezamentos nesses cultivos. Entretanto, com o aparecimento de milho tiguera em meio do cultivo da soja, especialmente do milho RR (resistente ao glifosato) que é de difícil controle químico, as populações da cigarrinha-do-milho e o inóculo dos patógenos têm ocorrido com mais frequência no cultivo safrinha, na região sul de Mato Grosso do Sul. Esse cenário sugere que o milho tiguera tem atuado como uma ponte verde, tanto para o inseto-vetor como para os patógenos causadores dos enfezamentos do milho. Além do milho tiguera, o cultivo de milho verde para consumo em chácaras e sítios da região também contribui para o desenvolvimento populacional de *D. maidis* e dos patógenos a ela associados.

No cerrado do oeste da Bahia, os primeiros casos de tombamento de plantas, quebra e/ou podridão do colmo começaram a ser relatados em 2013, especialmente em lavouras de milho irrigado cultivadas no outono/inverno, em fase de enchimento dos grãos. Em 2015, na mesma época do ano, o fenômeno tornou-se mais comum e, como resultado de um trabalho conjunto entre a consultoria Círculo Verde Pesquisa, a Embrapa e a Pioneer, foi comprovado que o problema se tratava dos enfezamentos do milho. Na safra 2015/2016

estimou-se que aproximadamente 100 mil hectares de milho irrigado apresentavam alta infestação da cigarrinha e ocorrência dos enfezamentos, porém de maneira menos intensa em 150 mil hectares de sequeiro. Os prejuízos em algumas áreas irrigadas foram estimados em até 100 sacos/hectare, especialmente decorrente da elevada suscetibilidade dos híbridos cultivados na época.

Na safra 2020/2021, o problema com o inseto continuou ainda preocupante, porém muito variável entre as sub-regiões, sendo as áreas da Roda Velha, Anel da Soja, Rosário e Jaborandi da Bahia com histórico de infestações mais severas. As altas populações do inseto-vetor na região se devem a diversos fatores, como o período prolongado de cultivo do milho, conferido pelas áreas de pivô-central para produção de grãos e sementes. As condições climáticas são favoráveis à ocorrência de gerações consecutivas do inseto, como temperaturas médias anuais elevadas e de inverno acima dos 20 °C. O controle menos rigoroso da praga em áreas de milho safrinha de baixo investimento e/ou com potencial produtivo reduzido pela falta de chuvas é outro obstáculo para a redução populacional de *D. maidis* e dos patógenos transmitidos.

Em Minas Gerais, o enfezamento-pálido apresentou incidência que variou de 15,7% a 77,5% e os danos à produção foram estimados entre 60,7% e 84,1% (Sabato et al., 2013). Estudos realizados na Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Paraná verificaram que a incidência do enfezamento-vermelho foi de 40%, do enfezamento-pálido de 35% e por ambas as doenças de 25% (Galvão et al., 2021). Em Tocantins, 30 híbridos comerciais de milho foram testados e a incidência média de enfezamentos nesses híbridos variou de 2% a 65,8%. Os materiais com maior suscetibilidade sofreram uma quebra de produtividade de aproximadamente 30% em relação aos híbridos mais resistentes (Costa et al., 2019).

Embora a cigarrinha-do-milho e os enfezamentos sejam um problema grave em diversas regiões do Brasil, poucos estudos têm estimado quantitativamente os danos provocados por esses patógenos no Brasil. As estimativas de danos, em termos de perdas na produção e perdas econômicas, são essenciais para o dimensionamento dos problemas causados por *D. maidis* e pelos

enfezamentos, que podem auxiliar nas tomadas de decisão visando reduzir os impactos negativos causados por essas doenças, bem como direcionar para a implementação de novas ações de pesquisa visando estudar melhor este problema (Oliveira; Frizzas, 2021).

Manejo da cigarrinha-do-milho e dos patógenos por ela transmitidos

Assim como para outros insetos-vetores, o manejo da cigarrinha-do-milho é complexo, sendo necessário o uso de diferentes estratégias para redução dos danos causados pelos patógenos por ela transmitidos. Atualmente, a convivência com os enfezamentos passa necessariamente pela adoção de um conjunto de boas práticas agrícolas que devem ser implementadas em nível regional (Figura 4). Sendo assim, é importante ressaltar que nenhuma medida de controle isolada é 100% eficaz, e o manejo adequado dos enfezamentos depende da adoção de ações integradas de controle preventivas (Oliveira; Frizzas, 2021). A seguir, são apresentadas as principais práticas agrícolas que devem ser adotadas visando ao manejo do inseto-vetor, dos enfezamentos e da virose da risca.

O milho é a única planta hospedeira conhecida no Brasil no qual *D. maidis* se alimenta e reproduz. Alguns anos atrás, o período prolongado de entressafra do milho era um dos principais moduladores das populações de *D. maidis* no país. Durante a entressafra, devido à ausência de plantas de milho no campo, as populações da cigarrinha-do-milho eram reduzidas drasticamente. Após a entressafra, os novos plantios de milho eram colonizados por populações muito baixas do inseto-vetor, havendo um crescimento lento das populações de *D. maidis* e que era novamente interrompido por um novo período de entressafra quando o milho era colhido (Oliveira; Frizzas, 2021). Dessa forma, a disponibilidade de plantas de milho, cultivadas ou crescendo espontaneamente (tigueras ou plantas voluntárias de milho) na entressafra, é condição essencial para a manutenção e multiplicação do inseto-vetor e dos patógenos que ele transmite e, conseqüentemente, para a disseminação dos enfezamentos (Sabato et al., 2018).

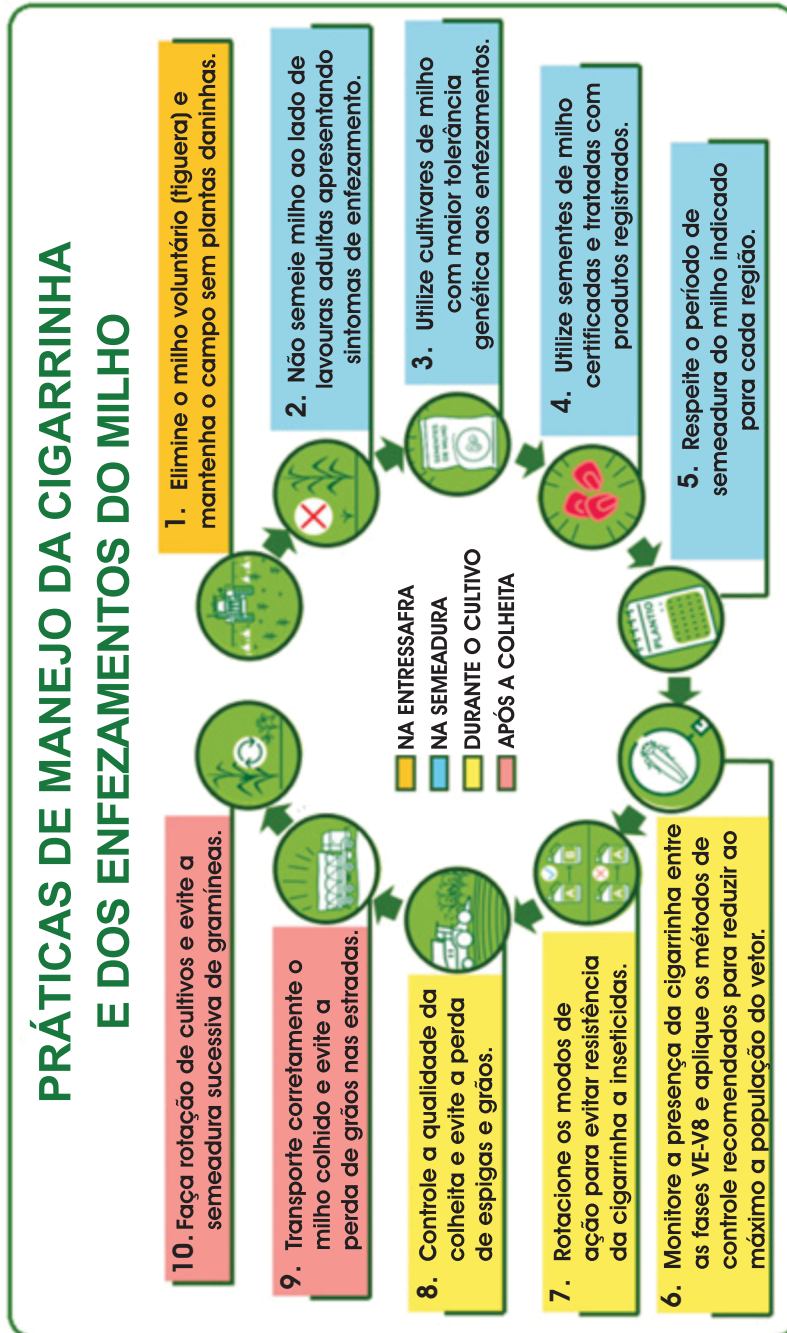


Figura 4. Infográfico indicando o conjunto de boas práticas agrícolas que devem ser adotadas, em nível regional, para o manejo de *Dalbulus maidis*, transmissora dos enfezamentos do milho e da virose da risca.

Fonte: Ávila et al. (2021).

Dalbulus maidis usa uma estratégia mista para sobreviver durante o período de entressafra no Brasil, uma vez que não possui diapausa. Parte da população sobrevive localmente em plantas de milho voluntárias ou se abrigando e se alimentando em outras gramíneas (porém sem se reproduzir), enquanto outros indivíduos podem migrar para colonizar novas safras de milho em áreas de regiões distantes. A presença de milho tiguera em lavouras de soja no cultivo de verão aumenta grandemente a possibilidade da ocorrência de *D. maidis* no milho safrinha e, conseqüentemente, dos enfezamentos. A redução das áreas de “milho cobertura”, prática que consiste na semeadura de grãos colhidos para produção de massa, pode contribuir para a redução da ocorrência de pragas e de doenças no milho safrinha (Ávila et al., 2021). Fica claro que a eliminação das plantas voluntárias de milho durante a entressafra é uma das estratégias mais importantes para se reduzir as populações da cigarrinha-do-milho e dos patógenos, que irão colonizar os campos de milho nas safras subsequentes (Sabato et al., 2014; Alves et al., 2020).

Diversos trabalhos têm sido conduzidos por instituições de pesquisas públicas e privadas avaliando-se a suscetibilidade de híbridos comerciais ao complexo molicutes/vírus. A utilização de genótipos de milho resistentes ou tolerantes aos molicutes é considerado o método mais eficiente para o controle dessas doenças (Power, 1987; Shurtleff, 1980). Todavia, as variedades ou híbridos de milho disponíveis no mercado não têm apresentado resistência ou tolerância satisfatória. Os estudos sobre o controle genético da resistência do milho aos enfezamentos causados por molicutes têm sido conduzidos, em geral, em condições de campo, utilizando-se a ocorrência natural da cigarrinha e dos patógenos por ela transmitidos (Mendonza-Elos et al., 2002; Silveira et al., 2008). Hoelscher (2020) estudou o comportamento de 50 híbridos de milho ao complexo de enfezamentos transmitidos por *D. maidis*, considerando-se os parâmetros fitotécnicos e a produtividade. Os resultados evidenciaram que alguns híbridos expressaram sintomas mas se mantiveram produtivos, enquanto outros apresentaram sintomas e tiveram sua produtividade reduzida.

Em estudo recente, avaliou-se a incidência de *D. maidis* e dos molicutes em 30 genótipos de milho geneticamente modificados (Bt) e convencionais (não Bt)

visando caracterizar uma possível resistência à cigarrinha e aos enfezamentos. Não foram encontradas diferenças significativas na ocorrência da cigarrinha-do-milho entre os diferentes genótipos estudados, porém foram identificados quatro genótipos (90XB06 Bt, SCS 156 Colorado, IAC 8046 e DKB 310 VTPRO3) que não foram infectados por fitoplasma e espiroplasma, sugerindo como fontes de resistência do milho a esses dois patógenos. Em outro estudo, Faria et al. (2022) avaliaram a influência de híbridos de milho Bt e convencional sobre a ocorrência de *D. maidis* e dos patógenos transmitidos por esta espécie. Os resultados mostraram não haver diferença quanto à incidência de *D. maidis* e na ocorrência de enfezamentos entre os materiais testados, evidenciando-se que os híbridos transgênicos que expressam as proteínas Bt não interferem no grau de infestação da cigarrinha e na incidência dos enfezamentos.

Estudos têm também demonstrado que, sob as mesmas condições, alguns híbridos podem apresentar menos 10% de incidência de enfezamentos, enquanto outros podem atingir mais de 65% de plantas infectadas (Costa et al., 2019). Assim, como os híbridos comerciais de milho apresentam diferentes graus de resistência/tolerância aos enfezamentos, a semeadura de híbridos mais resistentes/tolerantes a essas doenças pode reduzir os riscos de perdas na produção. É importante ressaltar que, na atual situação, em que as populações de *D. maidis* estão elevadas na maioria das regiões produtoras de milho do Brasil, o uso de cultivares suscetíveis levará a perdas expressivas na produção da cultura. Observações experimentais em lavouras comerciais de milho, quando semeadas cultivares suscetíveis aos enfezamentos, mesmo após quatro a cinco pulverizações visando ao controle de *D. maidis*, não foram constatadas reduções dos danos na cultura (Ávila et al., 2021).

O controle das populações de *D. maidis* na fase inicial da cultura do milho é essencial, visando reduzir os riscos de alta incidência dos enfezamentos. A fase inicial da cultura é considerada o período crítico para o controle, uma vez que, quanto mais precoce for a infecção das plantas, maiores serão os prejuízos à produtividade da cultura (Massola Júnior et al., 1999, Sabato, 2017, Neves et al., 2022). Alternativas para a redução das populações da cigarrinha-do-milho têm sido avaliadas por meio de métodos químicos, biológicos e

culturais. Com relação ao emprego de inseticidas químicos, o controle do inseto-vetor deve ser realizado por meio dos produtos aplicados nas sementes e em pulverizações foliares nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura (entre a emergência e a fase V8).

Avaliações da eficiência do controle de *D. maidis* foram conduzidas em condições de casa de vegetação e campo, por meio inseticidas químicos aplicados nas sementes e em pulverização. Em casa de vegetação, os produtos imidacloprido e tiametoxam, aplicados nas sementes do milho, proporcionaram controle de adultos de *D. maidis* acima de 50%, até o 30º dia após o plantio e reduziram a incidência de doenças e danos nas plantas expostas às cigarrinhas infectantes aos 2 dias após a emergência. Todavia, no campo, não foi constatada redução na incidência de enfezamentos pelos inseticidas aplicados nas sementes ou em pulverização aplicada após a emergência das plantas (Oliveira et al., 2007a). Em outros estudos, os produtos imidacloprido e tiametoxam, aplicados às sementes, foram eficientes no controle da cigarrinha-do-milho, proporcionando eficiência de controle de adultos igual ou superior a 70%, até o 30º dia de avaliação (Oliveira et al., 2008). Tiametoxam, aplicado nas sementes, associado à mistura de tiametoxam + lambdacialotrina, aplicados em pulverização, foram também considerados eficientes no controle da cigarrinha-do-milho (Albuquerque et al., 2006). Recentemente, em estudos de casa de vegetação e campo, Neves et al. (2022) demonstraram que plantas de milho cujas sementes foram tratadas com os neonicotinóides clotianidina e imidacloprido e submetidas a cigarrinhas infectivas com os mollicutes apresentaram redução de perdas de 20% a 60% em relação às plantas cujas sementes não foram tratadas até a fase V4.

Em regiões onde não há histórico da ocorrência de enfezamentos ou se a cultura atual não foi implantada em sucessão ao cultivo de milho, apenas o efeito do tratamento da semente poderá ser suficiente para minimizar os riscos de ocorrência dessas doenças. Em locais onde a incidência dos enfezamentos se encontra alta, o ideal é que a pulverização, visando ao controle da cigarrinha-do-milho, seja realizada simultaneamente por todos os produtores da região, para evitar o fluxo contínuo do inseto proveniente de migração de áreas vizinhas.

O tratamento industrial de sementes tem sido mais adequado, quando comparado ao tratamento feito pelos próprios produtores em suas propriedades (“on farm”), em razão da maior precisão e uniformidade da dose do inseticida aplicado nas sementes (Ávila et al., 2021). No caso de pulverização, é imprescindível o monitoramento das populações da cigarrinha nas plantas de milho para verificar a necessidade ou não do seu controle. Vale ressaltar que, ao utilizar inseticidas químicos, é sempre necessário respeitar a dose e o intervalo de aplicação recomendados pelo fabricante, sendo aconselhado também que os produtores façam a rotação de princípios ativos visando minimizar o risco de desenvolvimento de populações resistentes do inseto-vetor aos produtos. Entretanto, segundo a Adapar/Sistema de Controle do Comércio e Uso de Agrotóxicos (Siagro), o controle das cigarrinhas mediante pulverizações tem resultado num aumento exagerado na venda de inseticidas para a cultura do milho no estado do Paraná. Em comparação aos dois últimos anos, houve um aumento de seis vezes na quantidade de inseticidas, tanto no milho de primeira safra quanto no milho de segunda safra. Esse aumento trouxe preocupação, tanto do ponto de vista econômico quanto agroecológico, em decorrência da ressurgência e resistência da praga aos produtos aplicados na cultura.

Em estudo sobre o comportamento de dispersão de *D. maidis* na cultura do milho em três horários do dia (6h, 12h e 17h) em Chapadão do Sul, MS, verificou-se que no período da manhã (6h) as cigarrinhas ficavam em repouso, com pouca movimentação, mesmo quando perturbadas. Já no horário mais quente do dia (12h), o inseto ficava mais concentrado no cartucho da planta, enquanto à tardinha (17h) as cigarrinhas apresentavam-se mais agitadas e se movimentavam, provavelmente em comportamento de dispersão (Moreira et al., 2022). Diante disso, verificou-se que pulverizações realizadas no final da tarde apresentaram melhor eficiência de controle da cigarrinha, quando comparadas ao período matinal, sendo essa melhoria do controle decorrente provavelmente da maior mobilidade do inseto, o que proporcionou maior contato direto com a calda inseticida.

O controle biológico em populações da cigarrinha-do-milho ocorre naturalmente por meio da ação de parasitoides e predadores de ovos, bem

como do controle de ninfas e adultos, e por meio de fungos entomopatogênicos (Querino et al., 2017). O uso de fungos entomopatogênicos tem-se apresentado como uma alternativa promissora para o manejo das populações de *D. maidis*. Produtos à base de *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea* têm sido utilizados, porém, diferentemente dos inseticidas químicos, os fungos possuem uma ação mais lenta e o seu uso representa uma importante estratégia para a redução das populações de *D. maidis*. Esses agentes biológicos retardam o aumento populacional do vetor durante o ciclo da cultura e minimizam os fluxos migratórios, reduzindo, assim, os efeitos de concentração das populações de *D. maidis* em plantios subsequentes tardios (Oliveira; Frizzas, 2021).

Alguns estudos têm demonstrado, por exemplo, a eficiência do uso de *B. bassiana* (Silva et al., 2009). Entretanto, a associação de inseticidas químicos e biológicos, em alguns casos, tem proporcionado uma melhor performance na eficiência de controle da cigarrinha-do-milho, quando comparada à utilização dos produtos isoladamente (Moreira et al., 2022). Há, no entanto, a necessidade de condições climáticas favoráveis, como alta umidade relativa do ar, condição essa verificada principalmente em cultivos irrigados. Existem atualmente produtos à base de fungos entomopatogênicos registrados no Mapa para o controle de *D. maidis* em milho.

De forma geral, os maiores danos causados pelos enfezamentos ocorrem em plantios tardios, muitas vezes com escalonamento de semeadura. Em função da capacidade migratória da cigarrinha e da sua preferência por plantas mais jovens, populações do inseto-vetor sempre abandonam plantios mais velhos e colonizam os plantios mais novos, causando um efeito de concentração tanto das cigarrinhas como dos patógenos nesses plantios tardios. Por esse motivo deve ser evitada a semeadura de novas áreas de milho próximas a plantios mais velhos, especialmente quando as plantas apresentam sintomas dos enfezamentos (Sabato et al., 2014; Sabato, 2018; Alves et al., 2020; Oliveira; Frizzas, 2021).

O escalonamento de plantios e o uso de períodos de semeadura muito amplos mantêm as plantas de milho no campo por mais tempo, reduzindo os períodos de entressafra, que são essenciais para o aumento da população do vetor

(Sabato et al., 2014; Alves et al., 2020). A redução dos períodos de semeadura parece ser também um ponto essencial para permitir a redução das populações da cigarrinha (Oliveira; Frizzas, 2021).

Durante a colheita do milho, o uso de máquinas mal reguladas pode resultar em perdas tanto de espigas como de grãos e sua dispersão durante o transporte também é muito comum. Os grãos de milho que permanecem no campo após a colheita e/ou são dispersados durante o transporte, ao encontrar umidade adequada no solo, germinam e dão origem às plantas voluntárias de milho. Assim, a redução das perdas de grãos na colheita e no transporte se constitui em uma estratégia importante para a minimizar a disseminação dessas plantas voluntárias (Alves et al., 2019, Oliveira; Frizzas, 2021).

Como a cigarrinha-do-milho é capaz de sobreviver em muitas espécies de gramíneas por períodos prolongados de tempo (Oliveira et al., 2020), após o cultivo do milho não se recomenda semeadura deste grupo de plantas. Todavia, o cultivo de braquiária com milho, especialmente no cultivo da safrinha, pode ser utilizado, desde que a cigarrinha seja eliminada por falta de alimento com a dessecação antecipada da área para semeadura da soja (Alves et al., 2020). Esse consórcio tem-se mostrado uma estratégia importante para a manutenção da cobertura e da umidade do solo, que traz benefícios especialmente para o cultivo da soja que será implantada no verão subsequente.

Por fim, o convívio com enfezamentos no Brasil vai exigir mudanças no sistema de produção do milho, visando restabelecer períodos de entressafra maiores e a redução das fontes de alimento para *D. maidis* nesse período, como a eliminação de plantas tigueras e voluntárias de milho. Serão necessárias, ainda, ações conjuntas e coordenadas de órgãos oficiais, iniciativa privada e produtores para a adoção das práticas agrícolas recomendadas para o manejo das doenças e do inseto-vetor nas paisagens agrícolas.

Referências

- ALBUQUERQUE, F. A.; BORGES, L. M.; IACONO, T. O.; CRUBELATI, N. C. S.; SINGER, A. C. Eficiência de inseticidas aplicados em tratamento de sementes e em pulverização, no controle de pragas iniciais do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 1, p. 15–25, 2006. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v5n01p%25p.
- ALIVIZATOS, A. S.; MARKHAM, P. G. Acquisition and transmission of corn stunt spiroplasma by its leafhopper vector *Dalbulus maidis*. **Annals of Applied Biology**, v. 108, n. 3, p. 535–544, 1986. DOI: 10.1111/j.1744-7348.1986.tb01992.x.
- ALVES, A. P.; PARODY, B.; BARBOSA, C. M.; OLIVEIRA, C. M. de; SACHS, C.; SABATO, E. de O; GAVA, F.; DANIEL, H.; OLIVEIRA, I. R. de; FORESTI, J.; COTA, L. V.; CAMPANTE, P.; GAROLLO, P. R.; PALATNIK, P.; ARAUJO, R. M. **Guia de boas práticas para o manejo dos enfezamentos e da cigarrinha-do-milho**. 2020. São Paulo: Croplife Brasil; Brasília, DF: Embrapa, 2020. 33 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1129511>. Acesso em: 15 jun. 2022.
- ÁVILA, C. J.; ARCE, C. C. M. Flutuação populacional da cigarrinha-do-milho em duas localidades do Mato Grosso do Sul. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1129–1132, 2008. DOI: 10.1590/S0103-84782008000400035.
- ÁVILA, C. J.; OLIVEIRA, C. M.; MOREIRA, S. C. S.; BIANCO, R.; TAMAI, M. A. A cigarrinha *Dalbulus maidis* e os enfezamentos do milho no Brasil. **Revista Plantio Direto**, v. 30, edição 182, p. 18–25, 2021.
- BASCOPÉ-QUINTANILLA, J. B. **Agente causal de la llamada “raza mesa central” delachaparramiento del maíz**. 1977. 55 f. Dissertação (Mestrado) – Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados, Chapingo (México).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Enfezamentos do milho**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/enfezamentos-do-milho>. Acesso em 16 set. 2022.
- BURCKHARDT, D.; OUVREARD, D.; QUEIROZV D.; PERCY, D. Psyllid host-plants (Hemiptera: Psylloidea): resolving a semantic problem. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 1, p. 242–247. 2014. DOI: 10.1896/054.097.0132.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: 5º levantamento Safra 2021/22**, Brasília, DF, 2022. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- COSTA, R. V.; SILVA, D. D.; COTA, L. V.; CAMPOS, L. J. M. Corn hybrids in different sowing seasons. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, e00872, 2019. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.PAB2019.V54.00872>.
- COSTA, A. S.; KITAJIMA, E. W.; ARRUDA, S. C. Moléstias de vírus e de micoplasma do milho em São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia**, v. 4, n. 4, p. 39–41, 1971.

- COTA, L. C.; SILVA, D. D.; MEIRELLES, W. F.; SOUZA, I. R. P.; OLIVEIRA, I. R.; COSTA, R. V.; MENDES, S. M. **Deteção de patógenos causadores de enfezamento no Estado do Paraná na safra 2019**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 15 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento 204). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/211971/1/Bol-204.pdf>. Acesso em 16 set. 2022.
- DAVIS, R. Biology of the leafhopper *Dalbulus maidis* at selected temperatures. **Journal of Economic Entomology**, v. 59, n. 3, p. 59, 1966. DOI: 10.1093/JEE/59.3.766.
- DE LEÓN, C. **Maize diseases: a guide for field identification**. 4th ed. México: CIMMYT, 2004. 124 p.
- EBBERT, M. A.; NAULT, L. R. Improved overwintering ability in *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae) vectors infected with *Spiroplasma kunkelii* (Mycoplasmatales: Spiroplasmataceae). **Environmental Entomology**, v. 23, n. 3, p. 634–644, 1994. DOI: 10.1093/EE/23.3.634.
- FARIA, R. D.; FANELA, T. L. M.; SARTORI, M. M. P.; LOPES, J. R. S.; LOURENÇÃO, A. L.; BALDIN, E. L. L. Evaluation of resistance of Bt and non-Bt maize genotypes to *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) and associated mollicutes. **Phytoparasitica**, v. 50, p. 1–13, 2022. DOI: 10.1007/s12600-022-00999-z.
- GALVÃO, S. R.; SABATO, E. O.; BEDENDO, I. P. Occurrence and distribution of single or mixed infection of phytoplasma and spiroplasma causing corn stunting in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 46, p. 152–155, 2021. DOI: 10.1007/s40858-020-00381-6.
- GÁMEZ, R. Transmission of rayado fino virus of maize (*Zea mays*) by *Dalbulus maidis*. **Annals of Applied Biology**, v. 73, n. 3, p. 285–292, 1973. DOI: 10.1111/J.1744-7348.1973.TB00935.X.
- GONZALES, V.; GÁMEZ, R. Algunos factores que afectan la transmisión del virus del rayado fino del maíz por *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott). **Turrialba**, v. 24, n. 1, p. 51–57, 1974.
- HOELSCHER, G. L. **Híbridos de milho (*Zea mays* L.) e intensidade de danos, a campo, ao complexo de enfezamento**. 41 p. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon.
- KITAJIMA, E. W.; COSTA, A. S. Microscopia eletrônica de microrganismos do tipo micoplasma nos tecidos de milho afetado pelo enfezamento e nos órgãos da cigarrinha vectora portadora. **Bragantia**, v. 31, n. único, p. 75–82, 1972. DOI: 10.1590/S0006-87051972000100006.
- KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 1 p. 243–270. 1998. DOI: 10.1146/annurev.ento.43.1.243.
- LEGRAND, A. I.; POWER, A. G. Inoculation and acquisition of maize bushy stunt mycoplasma by its leafhopper vector *Dalbulus maidis*. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 125, n. 1, p. 115–122, 1994.

- LOPES, J. R. S.; OLIVEIRA, C. M. Vetores de vírus e mollicutes em milho em milho. In: OLIVEIRA, E. DE; OLIVEIRA, C. M. (Ed.). **Doenças em milho: mollicutes, vírus, vetores, mancha por *Phaeosphaeria***. Brasília. DF: Embrapa Informações Tecnológica, 2004. p. 35–60.
- MADDEN, L. V., NAULT, L. R., HEADY, S. E.; STYER, W. E. Effect of maize stunting mollicutes on survival and fecundity of *Dalbulus* leafhopper vectors. **Annals of applied biology**, v. 105, n. 3, p. 431–441, 1984. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/211971/1/Bol-204.pdf>. Acesso em: 16 set. 2023.
- MARÍN, R. Biología y comportamiento de *Dalbulus maidis* (Homoptera-Cicadellidae). **Revista Peruana de Entomología**, v. 30, p.113–117, 1987.
- MASSOLA JÚNIOR, N. S. Enfezamentos vermelho e pálido: Doenças em milho causadas por mollicutes. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 22, n. 2, p. 237–243, 2001.
- MASSOLA JÚNIOR, N. S.; BEDENDO, I P ORIM L.; LOPES, J. R. S. Quantificação de danos causados pelo enfezamento vermelho e enfezamento pálido do milho em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 136–142, 1999.
- MENDONZA-ELOS, M.; LÓPEZ-BENÍTEZ, A.; RODRÍGUEZ-HERRERA, S. A.; OYERVIDES-GARCÍA, A.; DE LEÓN, C.; JEFFERS, D. P. Accion Génica de la resistencia al achaparramiento del maíz causado por espiroplasma, fitoplasmas y virus. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 20, n. 1, p. 13–17, 2002.
- MENESES, A. R. **Dinâmica populacional da *Dalbulus maidis* (Delong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) e seus parasitoides em cultivos de milho no Nordeste Brasileiro**. 2015. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- MOREIRA, S. C. S.; THEODORO, C. M.; MILKEN, Y. C.; FREITAS, E. S. Trânsito interrompido. **Cultivar Grandes Culturas**, ano 21, n. 272, p. 36–38. 2022.
- NAULT, L. R. Evolution of insect pest: maize and leafhopper: a case of study. **Maydica**, v. 35, n. 2, p. 165–175, 1980.
- NAULT, L. R.; DELONG, D. M.; TRIPLEHORN, B. W.; STYER, W. E.; DOEBLEY, J. F. More on the association of *Dalbulus* (Homoptera: Cicadellidae) with Mexican Tripsacum (Poaceae), including the description of two new species of leafhoppers. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 76, n. 2, p. 305–309, 1983. DOI: <https://doi.org/10.1093/aesa/76.2.305>.
- NEVES, T. N.; FORESTI, J.; SILVA, P. R.; ALVES, E.; ROCHA, R.; OLIVEIRA, C.; PICANÇO, M. C.; PEREIRA, E. J. Insecticide seed treatment against corn leafhopper: helping protect grain yield in critical plant growth stages. **Pest Management Science**, v. 78, n. 4, p. 1482–1491, 2022. DOI: 10.1002/ps.6766.
- NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. D. **Atlas climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019. 216 p.

- NUNES, J. L. da S. **Milho**: comercialização. Agrolink, 2022. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/informacoes/comercializacao_361415.html. Acesso em: 27 jun. 2022.
- OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R.; DE OLIVEIRA, E. Overwintering plants for *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) adults during the maize off-season in central Brazil. **International Journal of Tropical Insect**, v. 40, n. 4, p. 1105–1111, 2020. DOI: 10.1007/s42690-020-00165-0.
- OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R. Eight decades of *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera, Cicadellidae) in Brazil: what we know and what we need to know. **Neotropical Entomology**, v. 51, n. 1, p. 1–17, 2021. DOI: 10.1007/s13744-021-009329.
- OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. R. S.; NAULT, L. R. Survival strategies of *Dalbulus maidis* during maize off-season in Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 147, n. 2, p. 141–153, maio 2013a. DOI: 10.1111/eea.12059.
- OLIVEIRA, C. M.; OLIVEIRA, E.; CANUTO, M.; CRUZ, I. Eficiência de inseticidas em tratamento de sementes de milho no controle da cigarrinha *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) em viveiro telado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 231–235, fev. 2008. DOI: /10.1590/S0103-84782008000100038.
- 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**, v. 42, n. 3, p. 297–303, 2007a. DOI: 10.1590/S0100-204X2007000300001.
- OLIVEIRA, C. M.; QUERINO, RANYSE B.; FRIZZAS, M. R. Leafhoppers and planthoppers in maize crop in Brazil. In: OLIVEIRA, C. M.; SABATO, E. O. (Org.). **Diseases in maize: insect-vectors, mollicutes and virus**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2017. p. 71–95.
- OLIVEIRA, E. D.; RESENDE, R. D. O.; GIMÉNEZ PECCI, M. D. L. P.; LAGUNA, I. G.; HERRERA, P.; CRUZ, I. Occurrence of viruses and stunting diseases and estimative of yield losses by mollicutes in corn in Paraná State, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 19–25, 2003. DOI: 10.1590/S0100-204X2003000100003.
- 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**, v. 60, n. 2, p. 229–230, 2007b.
- OLIVEIRA, E.; LANDAU, E. C.; MORAIS S. S. Simultaneous transmission of phytoplasma and spiroplasma by *Dalbulus maidis* leafhopper and symptoms of infected maize. **Phytopathogenic Mollicutes**, v. 5, n. 1s, p. S99–S100, 2015.
- OLIVEIRA, E.; PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F. T. **Identificação e controle de doenças na cultura do milho**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2013b. 198 p.
- OLIVEIRA, E.; SOUSA, S. M.; LANDAU, E. C. Transmission of maize bushy stunt phytoplasma by *Dalbulus maidis* leafhopper. **Bulletin of Insectology**, v. 64, suppl., p. 153–154, 2011.

PANIAGUA, R.; GÁMEZ, R. El virus del rayado fino del maíz: estudios adicionales sobre la relación del virus y su insecto vector. **Turrialba**, v. 26, n. 1, p. 39–43, 1976.

POWER, A. G. Plant community diversity, herbivore movement, and an insect-transmitted **Disease of Maize**. **Ecology**, v. 68, n. 6, p. 1658–1669, 1987. DOI: <https://doi.org/10.2307/1939858>.

QUERINO, R. B.; MENEZES, A. R.; ALBARRACIN, E. L.; OLIVEIRA, C. M.; TRIAPITSYN, S. V. Controle biológico de *Dalbulus maidis* no Brasil: uma visão geral sobre os parasitoides. In: OLIVEIRA, C. M. de; SABATO, E. de O. (Ed.). **Doenças em milho: insetos-vetores, mollicutes e vírus**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 202–240.

SABATO, E. O. Enfezamentos do milho. In: OLIVEIRA, C. M. de; SABATO, E. de O. (Ed.). **Doenças em milho: insetos-vetores, mollicutes e vírus**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 13–45.

SABATO, E. de O.; LANDAU, E. C.; OLIVEIRA, C. M. de. **Recomendações para o manejo de doenças do milho disseminadas por insetos-vetores**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 15 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 205). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121416/1/circ-05.pdf>. Acesso em 16 jul. 2022.

SABATO, E. O.; OLIVEIRA, C. M. **Cigarrinha, enfezamentos e viroses no milho: identificação e manejo do risco**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 103 p.

SABATO, E. O.; OLIVEIRA, C. M.; COELHO, A. M.; LANDAU, E. C. **O papel do milho tiguera na perpetuação e concentração da cigarrinha *Dalbulus maidis*, do inóculo de mollicutes e de vírus da risca**. Sete Lagoas, MG, Embrapa Milho e Sorgo, 2018. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 248). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/191251/1/circ-248.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2022.

SABATO, E. O. **Manejo do risco de enfezamentos e da cigarrinha no milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 18 p. il. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 226). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/177361/1/ct-226.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2022.

SABATO, E. O.; LANDAU, E. C.; COELHO, A. M. Effect of the corn stunt spiroplasma disease on maize production. **Acta Phytopathologica Sinica**, v. 43, supp., p. 203–204, 2013. Edição dos Abstracts do 10º International Congress of Plant Pathology, Beijing, 2013.

SHURTLEFF, M. C. **Compendium of corn diseases**. 2nd ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 1980. 105 p.

SILVA, D. D.; AGUIAR, F. M.; COTA, L. V.; COSTA, R. V.; MENDES, S. M. Mollicutes em milho: a diversificação de sistemas de produção pode ser a solução? In: MEDEIROS, F. H. V.; PEDROSO, L. A.; GUIMARÃES, M. R. F.; SILVA, B. A. A. S.; ALMEIDA, L. G. F.; SILVA, F. J.; SILVA, R. L. M.; FERREIRA, L. C.; PEREIRA, A. K. M.; COUTO, T. B. R.; GOMES, V. A.; MEDEIROS, R. M.; VEIGA, C. M. O.; SILVA, M. F.; FIGUEIREDO, Y. F.; GATTI, G. V. N.; NICOLLI, C. P. (Ed.). **Novos sistemas de produção**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2017. p. 32–52.

- SILVA, A. H.; TOSCANO, L. C.; MARUYAMA, M. F.; PEREIRA, F. A.; CARDOSO, S. M. Controle de *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) DeLong & Wolcott (1923) por *Beauveria bassiana* na cultura do milho. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 35, n. 4, p. 657–664, 2009.
- SILVEIRA, F. T.; MORO, J. R.; SILVA, H. P.; OLIVEIRA, J. A.; PERECIN, D. Herança da resistência ao enfezamento em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1717–1723, 2008. DOI: 10.1590/S0100-204X2008001200011.
- SOUZA, S. M.; BARROS, B. A. Detecção molecular e identificação de espécies de poty vírus do mosaico-comum em milho e sorgo. In: OLIVEIRA, C. M. de; SABATO, E. de O. (Ed.). **Doenças em milho: insetos-vetores, mollicutes e vírus**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 404–418.
- SUMMERS, C. G.; NEWTON, A. S.; OPGENORTH, D. C. Overwintering of Corn Leafhopper, *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae), and *Spiroplasma kunkelii* (Mycoplasmatales: Spiroplasmataceae) in California's San Joaquin Valley. **Environmental Entomology**, v. 33, n. 6, p. 1644–1651, 2004. DOI: 10.1603/0046-225X-33.6.1644.
- TALAMINI, V.; SABATO, E. de O.; OLIVEIRA, F. A. Viroses na cultura do milho no Brasil. In: OLIVEIRA, C. M. de; SABATO, E. de O. (Ed.). **Doenças em milho: insetos-vetores, mollicutes e vírus**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 387–403.
- TODD, J. L.; MADDEN, L. V.; NAULT, L. R. Comparative growth and spatial distribution of *Dalbulus* leafhopper populations (Homoptera: Cicadellidae) in relation to maize phenology. **Environmental Entomology**, v. 20, n. 2, p. 556–564, 1991. DOI: 10.1093/ee/20.2.556.
- TSAI, J. H. Bionomics of *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott): a vector of mollicutes and virus (Homoptera: Cicadellidae). In: MARAMOROSCH, K.; RAYCHAUDHURI, S. P. (Ed.). **Mycoplasma diseases of crops: basic and applied aspects**. Springer: New York, NY, 1988. p. 209–221. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3808-9_12.
- VÁSQUEZ, J.; MORA, E. Incidence of and yield loss caused by maize rayado fino virus in maize cultivars in Ecuador. **Euphytica**, v. 153, n. 3, p. 339–342, 24 jan. 2007. DOI: 10.1007/s10681-006-3889-4.
- VILANOVA, E. S.; RAMOS, A.; DE OLIVEIRA, M. C. S.; ESTEVES, M. B.; GONÇALVES, M. C.; LOPES, J. R. First report of a mastrevirus (Geminiviridae) transmitted by the corn leafhopper. **Plant Disease**, v. 106, n. 5, p. 1330–1333, 2022. DOI: 10.1094/PDIS-09-21-1882-SC.
- VIRLA, E. G.; ARAOZ, M. C.; ALBARRACIN, E. L. Estimation of direct damage to maize seedlings by the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), under diferente watering regimes. **Bulletin of Entomological Research**, v. 111, n. 4, p. 438–444, 2021. DOI: 10.1017/s0007485321000079.
- WAQUIL, J. M.; OLIVEIRA, E.; PINTO, N.; FERNANDES, F. T.; CORRÊA, L. A. Efeito na produção e incidência de viroses em híbridos comerciais de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 460–463, 1996.

WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A.; CRUZ, I.; SANTOS, J. P. Aspectos da biologia da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 413–420, 1999.

WAQUIL, J. M. Amostragem e abundância de cigarrinhas e danos de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Homoptera: Cicadellidae) em plântulas de milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 1, p. 27–33, abr. 1997.

WAQUIL, J. M. **Cigarrinha-do-milho**: vetor de mollicutes e vírus. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 41). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25604/1/Circ-41.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2022.

WHITCOMB, R. F.; CHEN, T. A.; WILLIAMSON, D. L.; LIAO, C.; TULLY, J. G.; BOVE, J. M.; MOUCHES, 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**, v. 36, n. 2, p. 170–178, 1986. DOI: 10.1099/00207713-36-2-170.

ZAMBRANO J. L.; JONES, M. W.; BRENNER, E.; FRANCIS, D. M.; TOMAS, A.; REDINBAUGH, M. G. Genetic analysis of resistance to six virus diseases in a multiple virus-resistant maize inbred line. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 127, n. 4, p. 867–880, 2014. DOI: 10.1007/s00122-014-2263-5.

ZURITA, V. Y. A.; ANJOS, N.; WAQUIL, J. M. Aspectos biológicos de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) em híbridos de milho (*Zea mays* L.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 347–352, 2000.

