UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PATRÍCIA REGINA ROCHA

DESAFIOS E PERSPECTIVAS NAS ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DA CIGARRINHA-DO-MILHO *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE)

CURITIBA

2024

PATRÍCIA REGINA ROCHA

DESAFIOS E PERSPECTIVAS NAS ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DA CIGARRINHA-DO-MILHO *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE)

TCC apresentado ao curso de Pós-Graduação em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientadora: Profa. Dra. Taciana Melissa de Azevedo Kuhn

CURITIBA

2024

RESUMO

Com o aumento da produção agrícola e a intensificação do plantio da safrinha, a presença constante do cultivo de milho nos campos favorece a proliferação de diversas pragas, sendo uma das mais importantes a cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), resultando em impactos significativos para a cultura. A cigarrinha é responsável por transmitir patógenos como espiroplasmas e fitoplasmas, que causam enfezamentos pálido e vermelho, respectivamente, e o vírus da risca do milho. Esses patógenos podem levar a perdas superiores a 80% da produção. Essa revisão literária destaca a evolução da importância econômica da cigarrinha ao longo das décadas, especialmente com o aumento do cultivo de milho safrinha. Também analisa os desafios e as perspectivas de estratégias de controle da cigarrinha-do-milho na cultura do milho. Para isso foram compilados dados e artigos científicos que envolvem biologia e morfologia do inseto, perdas econômicas atribuídas aos patossistemas que envolvem a cigarrinha, formas de controle e estratégias de sobrevivência, além de novas estratégias de manejo e possibilidades futuras para combate a essa praga. Ao compilar as informações da literatura sobre esses temas, o trabalho pretende contribuir para o aprimoramento das práticas de manejo e a redução dos danos provocados por esta praga nas plantações de milho.

Palavras-chave: *Zea mays*, fitopatógenos, Manejo Integrado de Pragas, enfezamentos.

.

ABSTRACT

With the increase in agricultural production and the intensification of off-season planting, the constant presence of corn crops in the fields favors the proliferation of several pests, one of the most important being the corn leafhopper *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), resulting in significant impacts on the crop. The leafhopper is responsible for transmitting pathogens such as spiroplasmas and phytoplasmas, which cause pale and red stunt, respectively, and the maize stripe virus. These pathogens can lead to losses of over 80% of production. This literature review highlights the evolution of the economic importance of the leafhopper over the decades, especially with the increase in off-season corn cultivation. It also analyzes the challenges and perspectives of corn leafhopper control strategies in corn crops. To this end, data and scientific articles were compiled that involve the insect's biology and morphology, economic losses attributed to pathosystems involving the leafhopper, control methods and survival strategies, as well as new management strategies and future possibilities for combating this pest. By compiling information from the literature on these topics, the work aims to contribute to the improvement of management practices and the reduction of damage caused by this pest in corn plantations.

Keywords: *Zea mays,* phytopathogens, Integrated Pest Management, stunting.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **15**
1.1 OBJETIVO 16
2 REVISÃO DE LITERATURA **17**
2.1 A CULTURA DO MILHO 17
2.2 ORIGEM, MORFOLOGIA E BIOLOGIA DA CIGARRINHA-DO-MILHO *DALBULUS MAIDIS* (DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) 19
2.3 PLANTAS HOSPEDEIRAS DA CIGARRINHA-DO-MILHO 20
2.4 DANOS, PERDAS ECONÔMICAS E REGIÔES AFETADAS (NO BRASIL E NO MUNDO) PELA CIGARRINHA-DO-MILHO 20
2.5 ENFEZAMENTOS NA CULTURA DO MILHO 22
2.5.1 Enfezamento pálido 24
2.5.2 Enfezamento vermelho 25
2.5.3 Vírus da risca do milho 25
2.6 ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DOS ENFEZAMENTOS E DA CIGARRINHA 26
2.6.1 Controle químico 27
2.6.2 Controle biológico 28
2.6.3 Controle cultural 29
2.6.4 Controle genético e varietal 30
2.7 ESTRATÉGIAS DE SOBREVIVÊNCIA DA CIGARRINHA-DO-MILHO 31
2.8 INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO GENÉTICA NO CONTROLE DA CIGARRINHA-DO-MILHO 32
2.9 OUTRAS VARIÁVEIS QUE AFETAM O CONTROLE DA CIGARRINHA-DO-MILHO 34
2.10 NOVAS ESTRATÉGIAS DE MANEJO E POSSIBILIDADES FUTURAS 35
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS **37**
REFERÊNCIAS **38**

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é conhecido em todo o mundo pela sua produção agropecuária que tem crescido a cada ano, desempenhando um papel crucial nas exportações e no PIB nacional. Um dos grandes destaques é a produção de grãos, que deverá atingir nesta safra 23/24 até 295,6 milhões de toneladas (CONAB, 2024). Entre os grãos cultivados no Brasil, o milho, *Zea mays* L., ocupa uma posição de destaque, e a produção total do cereal nesta safra está estimada em 112,75 milhões de toneladas (CONAB, 2024).

O clima favorável do Brasil, sem dúvida, impulsiona o cultivo do milho, porém quando o sistema de produção se limitava a uma única safra, o controle de pragas e doenças era mais eficiente devido ao curto período em que a cultura permanecia no campo. No entanto, com a adoção do plantio da safrinha, uma segunda safra de milho, a presença da cultura no campo é praticamente contínua ao longo do ano, e nesse cenário, o cereal se depara com vários desafios fitossanitários, resultando na diminuição da produtividade, entre eles, a ocorrência de insetos-praga e o aumento da incidência de enfezamentos (SABATO, 2017).

Atualmente, entre as doenças mais prejudiciais para a cultura do milho, destacam-se o enfezamento pálido, causado pelo espiroplasma (*Spiroplasma kunkelii)*, e o enfezamento vermelho, provocado pelo fitoplasma (*Maize Bushy Stunt Phytoplasma*), ambos pertencentes à classe dos Mollicutes. Além desses patógenos, o vírus do *Maize Rayado Fino* (MRFV) é responsável pelo vírus da risca do milho, causando o aparecimento de listras nas folhas (EMBRAPA, 2020).

Todas essas enfermidades são transmitidas pela cigarrinha *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), um inseto-vetor comum no cultivo de milho, podendo causar perdas de mais de 80% sendo considerada uma das principais pragas da cultura (EMBRAPA, 2022; OLIVEIRA et al., 2004; MARTINS et al., 2008). Esta espécie, nativa das regiões tropicais e subtropicais das Américas, destaca-se pela sua coloração amarelo-palha e pela presença distintiva de duas manchas pretas na parte dorsal da cabeça dos adultos (OLIVEIRA et al., 2020). A transmissão ocorre quando o inseto se alimenta do floema de plantas de milho infectadas, adquirindo assim os patógenos. Após um período no inseto, que varia para cada um dos fitopatógenos, ocorre a multiplicação dos microrganismos em seu

organismo e é nesse momento que a cigarrinha se torna capaz de transmitir os patógenos ao se alimentar do floema de plantas saudáveis (OLIVEIRA et al., 2003).

Até o final da década de 1980, o complexo fitossanitário relacionado ao cultivo do milho era frequentemente subestimado em termos de impacto econômico (COSTA et al., 1971). Entretanto, a partir da década de 1990, relatos de prejuízos começaram a surgir em áreas onde o milho safrinha era cultivado, devido à significativa incidência da cigarrinha-do-milho, *D. maidis*, naquela época (OLIVEIRA et al., 2007). Essa mudança no cenário evidencia a necessidade de uma compreensão mais aprofundada dos fatores que influenciam a dinâmica desse complexo e seu impacto econômico na produção de milho.

O controle eficaz deste inseto tem sido um desafio crescente para os produtores de milho nos últimos anos, tendo em vista sua ampla distribuição e o impacto econômico significativo que causa. A influência da variação genética desses insetos entre as linhagens presentes nas diferentes regiões produtoras de milho no Brasil também pode ser uma influência na eficácia das diferentes estratégias de controle praticadas atualmente.

1.1 OBJETIVO

O objetivo desta revisão bibliográfica foi analisar os desafios e as perspectivas de estratégias de controle da cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) na cultura do milho. Para isso foram compilados dados e artigos científicos que envolvem biologia e morfologia do inseto, perdas econômicas atribuídas aos patossistemas que envolvem a cigarrinha, formas de controle e estratégias de sobrevivência, além de novas estratégias de manejo e possibilidades futuras para combate a essa praga. Ao compilar as informações da literatura sobre esses temas, o trabalho busca contribuir para o aprimoramento das práticas de manejo e a redução dos danos provocados por esta praga nas plantações de milho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho, *Zea mays* L., pertencente à família botânica Poaceae, é uma das plantas mais eficientes na armazenagem de energia devido à sua notável capacidade de acumulação de fotoassimilados (EMBRAPA, 2015). Originário da América Central, os primeiros registros do cultivo de milho datam de aproximadamente 7300 anos atrás (PATERNIANI et al., 2000; BALDO, 2007). Graças às condições climáticas favoráveis, o cultivo se expandiu para a América do Sul e, durante a colonização europeia, para outras partes do mundo, tornando-se uma cultura agrícola de importância global (EMBRAPA, 2019). No Brasil, o milho já era conhecido e consumido pelos povos indígenas antes da chegada dos portugueses. Com a colonização, seu cultivo foi intensificado e o consumo aumentou, consolidando-se como um alimento importante até os dias atuais. No entanto, o consumo direto de milho no Brasil é relativamente baixo, com cerca de 60 a 80% da produção destinada à alimentação animal, contrastando com países da América Central onde é um alimento básico na dieta (EMBRAPA, 2015). A cultura do grão evoluiu de uma prática de subsistência para se tornar uma commodity essencial na agricultura brasileira. Esse desenvolvimento incluiu um deslocamento geográfico e temporal da produção, refletindo a sua importância crescente no mercado global (EMBRAPA, 2019). Em 2024, a área plantada no Brasil foi estimada em aproximadamente 21 milhões de hectares. Esta previsão inclui tanto a primeira quanto a segunda safra do grão (IBGE, 2024). A produção total para o ano é projetada em cerca de 112,75 milhões de toneladas, uma redução de 15% se comparada com a temporada passada devido a condições climáticas adversas e outras variáveis econômicas (CONAB, 2024).

Apesar de grande parte do milho ainda ser destinada à alimentação animal, ele é consumido pelos seres humanos de diversas maneiras. Seus derivados estão presentes em mais de 150 produtos industriais diferentes (STRAZZI, 2015).

O desenvolvimento das plantas é determinado por fatores cruciais como disponibilidade de água, temperatura e luminosidade (CRUZ et al., 2006). Seu ciclo de vida é dividido em duas principais fases fenológicas: a fase vegetativa (V), que se

estende desde a emergência (VE) até o pendoamento (VT); e a fase reprodutiva (R), que começa com o florescimento e polinização (R1) e vai até a maturação fisiológica e senescência (R6), quando o grão se desenvolve completamente (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

O milho é composto por quatro principais estruturas físicas: o endosperma, que constitui a maior parte do grão e é composto principalmente de amido; o gérmen, que concentra quase todos os lipídeos e minerais do grão; o pericarpo, que é a casca; e a ponta (STRAZZI, 2015). Preferencialmente, o cultivo deve ser realizado em regiões cuja precipitação varia de 300 a 5.000 mm anuais. A água desempenha papel fundamental nos estádios de iniciação floral e desenvolvimento da inflorescência, período de fertilização (onde mantém o pólen viável e garante o desenvolvimento e a penetração do tubo polínico) e enchimento de grãos, quando ocorre o aumento na deposição de matéria seca (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

Com relação ao período de cultivo, o Brasil, país tropical, leva grande vantagem se comparado às condições de clima temperado, no qual esse período é bem definido e relativamente curto (EMBRAPA, 2015), propiciando dois momentos de plantio, sendo a 1º safra, ou safra de verão, e a 2º safra, também chamada de safrinha e safra de inverno. O plantio da safrinha vem crescendo exponencialmente desde o final da década de 80, quando houve a necessidade de milho por suinocultores e avicultores que dependiam de culturas como trigo e girassol, únicas opções economicamente viáveis para semeadura no período outono/inverno na ocasião, e a perspectiva de colheita e comercialização do produto em época afastada de sua maior oferta (CRUZ et al., 2006).

Tanto na safra principal quanto na safrinha, o milho está suscetível ao ataque de vários insetos considerados pragas, que impactam tanto as raízes quanto a parte aérea da planta. Insetos do solo frequentemente prejudicam as sementes recém-plantadas, as raízes e a base do colmo, causando morte e tombamento das plantas, resultando em falhas no padrão de plantio. Na parte aérea, há uma diversidade de insetos que causam danos diretos ao consumir partes da planta como o colmo, seiva, grãos e folhas, afetando processos vitais como a fotossíntese e o acúmulo de fotoassimilados (MOREIRA; ARAGÃO, 2009; VALICENTE, 2015). Dentro deste grupo, existem pragas que representam uma ameaça significativa para a cultura. Em condições climáticas favoráveis, as mesmas podem disseminar

patógenos fitopatogênicos de forma indireta, um exemplo disso é a cigarrinha-do-milho, que é o foco do presente estudo, conhecida por ser a principal vetor de patógenos associados aos enfezamentos.

2.2 ORIGEM, MORFOLOGIA E BIOLOGIA DA CIGARRINHA-DO-MILHO *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE)

A cigarrinha-do-milho, *D. maidis* (DeLong & Wolcott), pertencente à Ordem Hemiptera (Cicadellidae), é um inseto de aproximadamente 3,7 a 4,3 mm de comprimento, de cor amarelo-palha, os adultos têm duas manchas circulares negras visíveis na parte superior da cabeça, entre os olhos compostos, e são facilmente encontrados no cartucho das plantas de milho, podendo manter populações elevadas ao longo de todo o ciclo da cultura (OLIVEIRA et al., 2002; COSTA et al., 2019).

São insetos hemimetábolos, passando por metamorfose incompleta, e possuem um aparelho bucal do tipo sugador labial, composto por três segmentos, e suas antenas são setáceas, com um filamento apical. A identificação taxonômica da praga é baseada principalmente no formato do sétimo esternito abdominal da fêmea e da morfologia dos órgãos genitais masculinos (OLIVEIRA; SABATO, 2018).

A trajetória evolutiva desse inseto está intimamente associada ao processo de domesticação do milho, bem como à sua convivência com espécies silvestres como *Zea diploperennis*. Pesquisas indicam que o México é o centro de origem tanto da cigarrinha quanto do milho, sugerindo que *D. maidis* desenvolveu uma especialização nessa região devido à presença de hospedeiros como os teosintos (NAULT, 1990; OLIVEIRA et al., 2002).

A cigarrinha se alimenta e se reproduz principalmente em plantas de milho e seu ciclo de vida, desde o ovo até o adulto, varia de 15 a 27 dias, dependendo das condições de temperatura e umidade (ZURITA, 2000; WAQUIL, 1999), tendo em torno de 25 dias o ciclo de ovo até a fase adulta em uma temperatura favorável (SABATO, 2018). As fêmeas são maiores que os machos e podem colocar até 600 ovos durante sua vida, depositam em forma endofítica, preferencialmente na nervura central das folhas de milho (OLIVEIRA et al., 2003).

Dalbulus maidis é um inseto tropical que, em condições climáticas favoráveis para sua densidade populacional, pode suportar temperaturas entre 10 °C e 32,2 °C (WAQUIL et al.,1999). A vida útil das cigarrinhas é inversamente proporcional à temperatura, variando de 66,6 dias em temperaturas baixas a 15,7 dias em temperaturas altas. Estudos indicam que os ovos não eclodem abaixo de 20 °C (WAQUIL, 2004).

2.3 PLANTAS HOSPEDEIRAS DA CIGARRINHA-DO-MILHO

Embora o milho seja o principal hospedeiro desse vetor, *D. maidis* também pode se instalar em outras plantas, incluindo sorgo (*Sorghum bicolor*), trigo (*Triticum spp.*) e braquiária (*Brachiaria spp.*) (SABATO e OLIVEIRA, 2020).

O modelo de cultivo do milho no Brasil, que abrange duas safras anuais uma no verão (primeira safra) e outra na safrinha (segunda safra) facilita a continuidade do ciclo de vida da cigarrinha, o que contribui para o aumento das suas populações (SABATO, 2018). Mesmo após a colheita, a presença de milho voluntário (tiguera), intensificada pela resistência a herbicidas, cria condições que favorecem a sobrevivência e o desenvolvimento da cigarrinha e dos patógenos associados (SILVA et al., 2019).

A manutenção de plantas nas lavouras ao longo do ano, tanto como cultura principal quanto como tiguera, sustenta as condições necessárias para a permanência do inseto e dos seus patógenos. Sem a presença constante do milho, *D. maidis* pode recorrer à migração ou a um estado de diapausa (dormência) em restos culturais e plantas voluntárias como métodos de sobrevivência (WAQUIL, 2004).

2.4 DANOS, PERDAS ECONÔMICAS E REGIÕES AFETADAS (NO BRASIL E NO MUNDO) PELA CIGARRINHA-DO-MILHO

Dalbulus maidis causa prejuízos diretos à cultura, principalmente devido à sucção da seiva das plantas que em altas densidades populacionais, pode causar a mortalidade de plantas jovens devido à intensa extração de seiva. Além disso, sua excreção de *honeydew* favorece a proliferação, principalmente de fungos do gênero

Capnodium, responsáveis pela fumagina no limbo foliar (BUSHING; BURTIN, 1974; NAULT et al., 1983; MARIN, 1987), o que prejudica a fotossíntese das plantas. No entanto, as perdas mais significativas estão associadas à transmissão de patógenos, sendo o inseto, em alguns casos, capaz de transmitir de forma persistente ao longo de toda sua vida, pois eles podem se multiplicar no inseto quando este está infectado (SABATO, 2018).

Dentre as cigarrinhas que são vetores de patógenos associados aos enfezamentos na cultura do milho, são destacadas várias espécies do gênero: *D. maidis*, *D. eliminatus*, *D. guevarai*, *D. quinquenotatus*, *D. gelbus* e *D. tripsacoides* (MADDEN; NAULT, 1983). Entretanto, como já dito anteriormente, no Brasil, existe registro apenas da cigarrinha *D. maidis*, cuja principal planta hospedeira é o milho (RAMOS, 2016).

Sendo assim, a cigarrinha *D. maidis* é uma das principais responsáveis por perdas na cultura do milho devido à sua capacidade de transmitir patógenos como o *Spiroplasma kunkelii*, que causa enfezamento pálido, o fitoplasma Molicute *Maize Bushy Stunt* (MBSP), associado ao enfezamento vermelho, e o vírus do raiado fino do milho *Maize Rayado Fino* (MRFV) (BUSHING; BURTON, 1974). Os enfezamentos são responsáveis pelo mal desenvolvimento nutricional e fisiológico das plantas, tendo como sintomas internódios mais curtos, amarelecimento ou escurecimento das folhas, atrofiamento, raízes menores, e consequentemente, comprometendo a produção de grãos (WAQUIL, 2004).

Nas últimas safras, observaram-se surtos dos três tipos de enfezamentos, os quais são principalmente atribuídos à prática da sucessão de cultivos de milho, impulsionado pela alta demanda de sementes necessárias para o abastecimento das plantações da cultura. Os cultivos de verão, safrinha e pivôs permitem a presença contínua de plantas de milho no campo ao longo do ano, incluindo as tigueras (DUARTE, 2017).

O impacto econômico de *D. maidis* é substancial. Estimativas indicam que, globalmente, as perdas na produção de milho devido a essa praga variam de 30% a 60%, dependendo da intensidade da infestação e das condições climáticas da região afetada (GILDEMACHER et al., 2014). No México, onde o milho é um dos principais cultivos agrícolas, as perdas econômicas atribuídas à cigarrinha do milho são consideráveis. Mora et al. (2015) destacam que as infestações anuais resultam em

milhões de dólares em prejuízos, devido à combinação de danos diretos às plantas e aos custos associados ao manejo das doenças transmitidas.

No Brasil, a situação não é diferente. A cigarrinha-do-milho tem se estabelecido como uma das principais pragas, especialmente em regiões de grande produção de milho, como São Paulo, Paraná e Mato Grosso. Segundo Santos et al. (2019), as perdas de produtividade causadas podem alcançar até 50% em áreas altamente infestadas, mas algumas estimativas chegam a 80% (EMBRAPA, 2022). Além disso, os custos relacionados ao controle da praga e ao manejo das doenças por ela transmitidas aumentam significativamente o custo de produção, reduzindo a rentabilidade dos produtores (ALMEIDA et al., 2021).

As regiões mais afetadas por *D. maidis* são aquelas com clima tropical e subtropical, onde as condições de calor e umidade favorecem a proliferação da praga. No Brasil, os estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso têm enfrentado altos níveis de infestação, que resultam em perdas substanciais na produção de milho (COSTA et al., 2020). No Nordeste do Brasil, a combinação de condições climáticas propícias e práticas agrícolas como o cultivo sucessivo tem contribuído para a disseminação da cigarrinha, agravando os desafios enfrentados pelos agricultores (NASCIMENTO et al., 2022).

Nos Estados Unidos, a cigarrinha-do-milho tem causado preocupação crescente em estados como Illinois e Indiana, onde a produção de milho é fundamental para a economia agrícola local. Johnson et al. (2017) destacam que a disseminação da praga no Meio-Oeste americano tem levado a uma necessidade urgente de novas estratégias de manejo para controlar a infestação e minimizar as perdas econômicas.

2.5 ENFEZAMENTOS NA CULTURA DO MILHO

Os enfezamentos do milho se tornaram uma das doenças mais alarmantes nas últimas safras, causando perdas consideráveis em diversas regiões do país, com danos que podem chegar a 100%, dependendo do estágio da infecção e da vulnerabilidade do híbrido (SILVA et al., 2003). Os primeiros relatos desses enfezamentos no Brasil surgiram na década de 1970 (COSTA et al., 1971). No

entanto, inicialmente, eram vistos como problemas de menor relevância, pois os impactos e prejuízos não eram tão significativos.

Entretanto, com o aumento das áreas de cultivo contínuo de milho safrinha, a proliferação do vetor se intensificou, o que resultou em uma disseminação mais abrangente dos patógenos e no aumento das perdas causadas pelo enfezamento (SABATO, 2017). Esse novo cenário ressalta a necessidade de explorar mais a fundo essa questão, incentivando a condução de pesquisas adicionais para compreender melhor a problemática.

A cigarrinha-do-milho atua como transmissora do enfezamento-pálido (espiroplasma), do enfezamento-vermelho (fitoplasma) e do rayado fino (marafivirus) para as plantas de milho. O inseto adquire esses patógenos ao se alimentar de plantas contaminadas, e posteriormente, os transmite para plantas saudáveis (GALVÃO et al., 2020).

A infecção ocorre predominantemente nas fases iniciais do desenvolvimento da planta, com os sintomas surgindo e se agravando durante a fase de produção. A severidade dos sintomas é maior quando o patógeno é inoculado logo no início do desenvolvimento da planta (COSTA et al., 1971; SABATO et al., 2015).

Os enfezamentos comprometem significativamente o sistema fotossintético das plantas, reduzindo a produção de fotoassimilados e competindo por esses recursos (OLIVEIRA et al., 2004). Além disso, os enfezamentos causados por molicutes, por exemplo, estão ligados a sintomas como virescência (formação de cloroplastos em órgãos que normalmente não possuem clorofila, como flores) e filoidia (transformação de órgãos florais em estruturas semelhantes a folhas), provocando várias alterações hormonais, especialmente nas estruturas reprodutivas, tornando-as inviáveis (MICHEREFF, 2001).

A soma desses fatores tem por consequência a redução do tamanho das plantas (encurtamento dos entrenós), diminuição da área foliar, multiespigamento, menor altura de inserção da espiga e má formação de espigas e grãos, o que impacta diretamente a produtividade (VILANOVA, 2021). Quando a planta é altamente suscetível ao enfezamento, especialmente se a infecção ocorre em uma fase crítica e sob condições ambientais favoráveis, pode enfraquecer e tombar no campo devido à má distribuição de nutrientes na planta infectada e ao enfraquecimento do colmo (JUNQUEIRA et al., 2004).

Os mollicutes são bactérias que, ao invés de terem uma parede celular, possuem apenas uma membrana, o que lhes confere a capacidade de variar de forma, conhecida como pleomorfismo. Esses microrganismos têm a habilidade de invadir e colonizar células vegetais, replicando-se no floema e provocando danos significativos tanto ao funcionamento fisiológico quanto à produtividade das plantas. Sua disseminação ocorre através de insetos da ordem Hemiptera, onde essas bactérias também conseguem se replicar (OSHIMA et al., 2013).

Essas bactérias são capazes de infectar mais de 700 espécies de plantas, incluindo algumas de grande importância econômica, como o milho (OSHIMA et al., 2013; WEINTRAUB; BEANLAND, 2006). No caso do milho, destacam-se dois molicutes principais: o *Maize bushy stunt phytoplasma* (MBSP), responsável pelo enfezamento-vermelho, e o *Spiroplasma kunkelii*, que causa o enfezamento-pálido. Esses dois patógenos frequentemente infectam a planta ao mesmo tempo, resultando no chamado Complexo de Enfezamento do Milho.

A transmissão ocorre de maneira persistente, o que significa que, ao se alimentar do floema de plantas infectadas, o inseto vetor ingere o fitopatógeno, que se multiplica em seu organismo, especialmente nas glândulas salivares. Dessa forma, o inseto acaba contaminando outras plantas saudáveis ao se alimentar delas (FAJARDO; NICKEL, 2019).

Por serem doenças sistêmicas, os enfezamentos podem causar danos significativos às plantas. Um fator que agrava a situação é a semelhança dos sintomas com aqueles de deficiências nutricionais ou outros tipos de estresse no campo, o que torna a identificação desses problemas mais desafiadora (EMBRAPA, 2018).

2.5.1 Enfezamento pálido

A doença "Enfezamento Pálido do Milho" ou “Corn Stunt” foi inicialmente identificada no Texas, EUA, na década de 1940. No entanto, apenas na década de 1970 foi comprovado que se trata de uma doença causada por um patógeno que se limita ao floema das plantas (OLIVEIRA et al., 2003).

O enfezamento-pálido, causado pelo *Spiroplasma kunkelii*, que faz parte do grupo dos espiroplasmas, pode provocar quedas significativas na produção de grãos

de milho, com reduções que podem chegar a 100%, resultando em prejuízos severos.

Os sintomas característicos incluem a formação de estrias brancas e irregulares nas folhas, começando pela base. Semelhante ao enfezamento vermelho, observa-se o encurtamento dos internódios, aumento na formação de espigas e redução no enchimento dos grãos, todos resultantes de alterações hormonais. Em última análise, as plantas doentes tornam-se enfraquecidas e secam de maneira precoce e fora do padrão (OLIVEIRA et al., 1998).

2.5.2 Enfezamento vermelho

O "Enfezamento Vermelho do Milho" foi inicialmente documentado no México na década de 1950, e sua investigação mais detalhada ocorreu apenas na década de 1970 (GORDON et al., 1981).

O enfezamento vermelho é causado pelo fitoplasma conhecido como *Maize bushy stunt phytoplasma* (MBSP). Este patógeno infecta o floema das plantas de milho e pode levar a perdas de até 100% na produção de milho (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

Como parasitas obrigatórios, os fitoplasmas causam os primeiros sintomas nas plantas infectadas após cerca de duas semanas. Inicialmente, as folhas mais antigas apresentam coloração avermelhada, e, com o tempo, toda a planta adquire uma coloração avermelhada ou amarelada de forma generalizada (OLIVEIRA et al., 2002).

Quando ocorre uma infecção simultânea com enfezamento-pálido, o que é comum devido ao fato de o inseto vetor ser o mesmo, os sintomas mais pronunciados tendem a ser os do enfezamento-vermelho (OLIVEIRA; PAIVA, 2004).

2.5.3 Vírus da risca do milho

O rayado fino, também conhecido como "risca do milho”, é uma doença provocada pelo *Maize rayado fino virus* (MRFV) pertencente ao gênero *Marafivirus*. Comumente encontrada em regiões tropicais e subtropicais, essa doença afeta a

produtividade das plantas de milho na América Central e do Sul. A transmissão do vírus ocorre tanto pela cigarrinha quanto por sementes infectadas.

Os sintomas manifestam-se como pequenos pontos cloróticos nas folhas, que se juntam e formam curtas estrias. As plantas infectadas podem apresentar espigas e grãos menores do que o tamanho habitual (MAGALHÃES; DURÃES, 2006). As plantas também podem mostrar sinais de nanismo, com encurtamento dos entrenós e redução na produção de espigas. Em casos severos, pode ocorrer a morte precoce das plantas.

2.6 ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DOS ENFEZAMENTOS E DA CIGARRINHA

Para o manejo do complexo dos enfezamentos não existem medidas que, tomadas isoladamente, são capazes de controlar as perdas de produção. Os usos de medidas preventivas em conjunto com outras abordagens de controle pós-plantio são responsáveis pela diminuição da disseminação da doença no campo (WAQUIL, 2004).

Para que o controle de pragas seja eficaz dentro do contexto do Manejo Integrado de Pragas (MIP), as decisões devem ser tomadas levando em consideração diversos fatores, incluindo a dinâmica da praga, as características da cultura e as condições ambientais (OLIVEIRA et al., 2007).

Apesar do controle químico ainda ser um dos principais controles utilizados, Alves et al. (2016) apontam que a resistência da cigarrinha a esses compostos tem se tornado uma preocupação crescente, prejudicando a eficiência do controle químico. Essa resistência é caracterizada pela capacidade do inseto de sobreviver a doses de inseticidas que normalmente seriam letais, complicando o manejo da praga.

Além disso, o controle biológico tem ganhado destaque como uma alternativa promissora. Barrionuevo et al. (2021) identificaram que o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* apresenta alta eficácia no controle de *D. maidis*, oferecendo uma abordagem sustentável e eficiente para o manejo da praga.

A rotação de culturas também é uma prática recomendada para o controle de cigarrinhas. Kouadio et al. (2020) demonstraram que a alternância de cultivos com gramíneas e leguminosas pode diminuir a população de cigarrinhas, ao interromper

o ciclo reprodutivo da praga. A adoção de práticas culturais, como o uso de cultivares resistentes e o manejo adequado da densidade de plantio e da adubação, também são estratégias importantes mencionadas por Silva et al. (2019).

Por fim, o uso de feromônios para captura massal de cigarrinhas têm se mostrado eficaz em algumas situações. Parada et al. (2020) sugerem que essa técnica, quando combinada com a redução do uso de inseticidas, pode ser uma estratégia promissora para o controle de *D. maidis* no milho. A combinação de diferentes métodos, como controle químico, biológico, práticas culturais e uso de feromônios, revela-se essencial para um manejo integrado e eficaz dessa praga.

2.6.1 Controle químico

O controle químico de *D. maidis* pode ser realizado de maneira eficiente em várias fases da cultura do milho, tanto através do tratamento das sementes quanto da aplicação de pulverização foliar. O inseticida tiametoxam destaca-se como um dos mais eficazes no controle dessa praga (ALBUQUERQUE, 2006). Entretanto, é essencial considerar as práticas do MIP durante o manejo, pois a aplicação indiscriminada de inseticidas pode resultar em resistência por parte dos insetos, complicando ainda mais o controle dos molicutes (ALVES et al., 2020).

Para isso, existem vários grupos químicos que podem ser aplicadas para esse fim (IRAC, 2018), incluindo:

- Neonicotinoides, como tiametoxam e acetamiprido, são inseticidas que afetam o sistema nervoso dos insetos, provocando paralisia e eventual morte;
- Organofosforados, como acefato e profenofós, agem prejudicando a função da enzima colinesterase, que é crucial para a operação adequada do sistema nervoso dos insetos;
- Piretróides, como lambda-cialotrina e brifentrina, que atuam sobre o sistema nervoso dos insetos, resultando em paralisia e morte.

Alguns dos produtos mais utilizados para o controle são: carbosulfano, imidacloprido, tiametoxan, acetamiprido, metomil, acefato, cipermetrina, lambda-cialotrina, bifentrina, cipermetrina, clotianidina e profenofós (AGROFIT, 2024).

Segundo Ruegger (2019), apesar da disponibilidade de vários produtos para

o manejo da cigarrinha, é preferível optar por aqueles com ação rápida. É importante considerar o tempo necessário para a eliminação do inseto, pois ele pode atuar como vetor de doenças na cultura do milho. Caso o inseticida não atue rapidamente, a doença pode ser transmitida antes que o controle seja efetivo.

Segundo a Embrapa, o controle deve ser baseado no monitoramento das populações de adultos, especialmente durante períodos de alta atividade, que são mais comuns em condições de alta temperatura e umidade (EMBRAPA, 2023).

Além disso, a identificação do momento ideal para o controle deve considerar o ciclo de vida da cigarrinha, que inclui as fases de ovo, ninfa e adulto. A presença de adultos é particularmente preocupante, pois são responsáveis pela disseminação de doenças. Portanto, o monitoramento da densidade populacional de adultos é crucial para determinar o momento de intervenção. Além disso, o controle deve ser intensificado durante os estágios iniciais do desenvolvimento do milho, quando as plantas estão mais suscetíveis aos danos da praga (EMBRAPA, 2021).

A EPAGRI enfatiza a importância do monitoramento das populações de cigarrinhas usando armadilhas e inspeções visuais. A presença de adultos em alta densidade é um sinal de que o controle deve ser intensificado. O momento mais adequado para a aplicação de inseticidas é geralmente quando a população de adultos atinge níveis que podem resultar em prejuízos significativos (EPAGRI, 2022).

2.6.2 Controle biológico

O manejo biológico da cigarrinha-do-milho é uma abordagem sustentável para controlar essa praga e minimizar o impacto de seu ataque na cultura. Esse método se baseia na utilização de agentes biológicos naturais que ajudam a reduzir a população de cigarrinhas e a disseminação de doenças associadas a elas, como o complexo de enfezamento.

As joaninhas, como as espécies do gênero *Harmonia* e *Coccinella*, são predadores importantes de cigarrinhas, incluindo *D. maidis*. Esses insetos são eficazes no controle das populações de *D. maidis* ao se alimentarem de suas ninfas, o que ajuda a reduzir os danos causados por essa praga nas plantações de milho (SILVA et al., 2019). A mosca-das-flores (*Salpingogaster nigra*) é importante no controle de cigarrinhas, pois suas larvas se alimentam das ninfas dessas pragas. A

relevância desse inseto como agente de controle biológico está relacionada à sua elevada taxa de reprodução (KOLLER, 1988).

Os fungos entomopatogênicos, como *Metarhizium robertsii* (MARCIANO, 2021), *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea*, são eficazes no controle das cigarrinhas. Esses microrganismos podem ser aplicados na lavoura em várias etapas, desde o pré-plantio até a última aplicação, sempre que as condições forem adequadas para seu crescimento (EMBRAPA, 2021). Esse método tem se destacado devido à sua flexibilidade e à compatibilidade com diferentes formulações de calda. O processo de controle ocorre quando o fungo invade o inseto, utilizando-o como um substrato para a germinação dos esporos e a produção de conídios (LIMIGRAIN, 2020). Ao entrar em contato com um inseto contaminado, os esporos do fungo se desenvolvem, liberam substâncias que causam a morte do hospedeiro e transformam o inseto em uma fonte de inóculo para a área.

2.6.3 Controle cultural

O manejo cultural inclui várias práticas agrícolas que visam criar condições desfavoráveis para a praga e reduzir sua presença nas plantações de milho. Essas práticas ajudam a minimizar os danos causados e a controlar a população de cigarrinhas de forma mais sustentável.

Como exemplo disso, temos a rotação de cultura que tem como objetivo alternar o cultivo de milho com outras culturas que não servem como hospedeiras para a cigarrinha pode interromper o ciclo de vida da praga. Essa rotação ajuda a diminuir a população de *D. maidis* ao reduzir a disponibilidade de hospedeiros (GARCIA et al., 2020). Além disso, fazer o plantio do milho em épocas que não coincidem com os períodos de alta atividade da cigarrinha pode diminuir a exposição das plantas jovens à infestação. Ajustar o calendário de plantio pode limitar o impacto da praga (MARTINS e SOUZA, 2018).

A escolha de variedades de milho resistentes ou tolerantes a *D. maidis* também é fundamental. Essas variedades são menos suscetíveis à infestação, o que contribui para a diminuição da necessidade de controle químico e, consequentemente, para uma abordagem mais sustentável (ALVES et al., 2019). A remoção de plantas hospedeiras alternativas e de restos culturais após a colheita é

outra medida eficaz, pois elimina os locais onde as cigarrinhas poderiam se refugiar e se reproduzir, reduzindo assim sua população para a próxima safra (SILVA e OLIVEIRA, 2021).

Por fim, o controle de plantas daninhas na área de cultivo é essencial, visto que essas plantas podem servir como hospedeiras secundárias para as cigarrinhas, contribuindo para a proliferação da praga. Ao controlar as plantas daninhas, reduz-se a disponibilidade de hospedeiros alternativos, ajudando a controlar a infestação de *D. maidis* (FERREIRA et al., 2022).

2.6.4 Controle genético e varietal

Esse tipo de manejo se baseia na introdução de características específicas nas plantas que as tornam menos vulneráveis ao ataque da cigarrinha e à transmissão dos patógenos associados, como os molicutes (ANDRADE et al., 2018).

A resistência a *D. maidis* pode ser encontrada em variedades de milho que foram desenvolvidas através de programas de melhoramento genético. Essas plantas resistentes possuem características que dificultam o desenvolvimento e a alimentação da cigarrinha, como folhas mais espessas, maior densidade de tricomas (pêlos) ou a produção de substâncias químicas que desencorajam a praga. A resistência varietal é uma estratégia eficiente, pois reduz a necessidade de inseticidas e, consequentemente, o impacto ambiental, fornecendo uma defesa contínua ao longo do ciclo da cultura (ANDRADE et al., 2018).

O uso de híbridos de milho com resistência a *D. maidis* não apenas diminui a pressão exercida pela praga nas lavouras, mas também impede a disseminação de patógenos transmitidos por essas cigarrinhas, como os fitoplasmas e espiroplasmas, que são responsáveis por doenças como o enfezamento pálido e vermelho (CARVALHO e BENTO, 2017). Entretanto, é importante que a resistência varietal seja integrada a outras práticas de manejo, como parte de uma estratégia abrangente que combine métodos culturais, químicos e biológicos, para prevenir a quebra da resistência e garantir a eficácia do controle a longo prazo (SANTOS et al., 2020).

2.7 ESTRATÉGIAS DE SOBREVIVÊNCIA DA CIGARRINHA-DO-MILHO

A cigarrinha-do-milho desenvolveu diversas estratégias de sobrevivência que atribuem uma notável capacidade de adaptação a diferentes ambientes e condições adversas. Essas estratégias são fundamentais para a manutenção das populações da praga e para sua eficácia como vetor de molicutes, patógenos que causam doenças graves na cultura do milho, como o enfezamento pálido e o enfezamento vermelho (OLIVEIRA et al., 2013).

Uma das principais estratégias que garantem a sobrevivência de *D. maidis* é sua flexibilidade em relação aos hospedeiros. Embora o milho seja seu principal hospedeiro, a cigarrinha também é capaz de se alimentar e se reproduzir em outras gramíneas pertencentes à família Poaceae. Essa capacidade de utilização de hospedeiros alternativos é crucial para a praga, pois permite que ela mantenha populações viáveis mesmo durante a entressafra, quando o milho não está disponível, ou em regiões onde as condições climáticas não favorecem o cultivo do milho (OLIVEIRA et al., 2013). Essa adaptabilidade é uma das razões pelas quais a cigarrinha-do-milho pode persistir e se dispersar em diferentes áreas agrícolas.

Outra estratégia essencial adotada por *D. maidis* é sua capacidade de dispersão a longas distâncias. A cigarrinha é capaz de migrar para locais distantes, escapando de regiões onde as condições ambientais ou as práticas de controle são desfavoráveis. Essa habilidade de migração permite que a cigarrinha colonize novas áreas ou retorne a áreas cultivadas na estação de plantio seguinte, o que contribui para a continuidade de suas populações e a disseminação dos patógenos que transmite (OLIVEIRA et al., 2013). A migração também facilita a evasão das estratégias de controle aplicadas em regiões específicas, aumentando a complexidade do manejo da praga.

Além dessas capacidades, *D. maidis* apresenta uma resistência significativa a variações de temperatura e umidade. A cigarrinha pode sobreviver em condições sub-ótimas, como períodos de seca ou frio, que seriam letais para muitas outras espécies de insetos. Essa resistência não apenas garante sua sobrevivência em campo, mas também durante o armazenamento de grãos ou em áreas de refúgio, onde a cigarrinha pode permanecer até que as condições sejam novamente favoráveis para a espécie (OLIVEIRA et al., 2013).

O ciclo de vida da cigarrinha-do-milho é outro fator que contribui para sua persistência e impacto na agricultura. *D. maidis* tem um ciclo de vida rápido e adaptável, permitindo que complete várias gerações durante uma única safra de milho. Essa alta taxa reprodutiva resulta em um crescimento populacional explosivo, que pode levar a surtos de pragas em um curto período. A capacidade de ajustar seu ciclo de vida às condições ambientais e agrícolas torna *D. maidis* uma praga particularmente difícil de controlar, pois pode rapidamente aumentar sua população em resposta às condições favoráveis (OLIVEIRA et al., 2013).

Em resumo, as estratégias de sobrevivência de *D. maidis*, incluindo sua flexibilidade de hospedeiro, capacidade de migração, resistência a fatores ambientais e ciclo de vida adaptável, são fatores que contribuem para a sua sobrevivência. Essas características tornam a cigarrinha uma praga complexa de manejar e um desafio contínuo para a agricultura moderna.

2.8 INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO GENÉTICA NO CONTROLE DA CIGARRINHA-DO-MILHO

A influência da variação genética de *D. maidis* sobre os métodos de controle é um aspecto crucial no manejo integrado de pragas. A diversidade genética dentro das populações dessa espécie pode afetar significativamente a eficácia dos diferentes métodos de controle, incluindo o uso de inseticidas, controle biológico e estratégias culturais (OLIVEIRA et al., 2013; LIMA et al., 2015; FERREIRA et al., 2016).

Sánchez et al. (2021) investigaram as variações morfológicas e a abundância das populações de *D. maidis* na região de Huila, na Colômbia. O estudo revelou que as cigarrinhas exibem variações morfológicas significativas, que incluem diferenças no tamanho e na forma do corpo. Essas variações podem afetar a eficácia dos métodos de controle, como a aplicação de inseticidas. Por exemplo, indivíduos com tamanhos corporais diferentes podem ter diferentes taxas de exposição aos produtos químicos, o que pode levar a uma eficácia variável dos inseticidas (SÁNCHEZ et al., 2021). Além disso, a abundância das populações também influencia a pressão de controle necessária, com populações mais densas exigindo estratégias mais intensas.

Ferreira et al. (2016) analisaram o impacto da latitude e da altitude sobre o polimorfismo das populações de *D. maidis* no Brasil. O estudo demonstrou que as populações de cigarrinhas variam geneticamente de acordo com as condições ambientais, como altitude e latitude. Essas variações podem resultar em diferentes níveis de resistência a inseticidas e adaptações a diferentes variedades de milho. Por exemplo, populações em altitudes elevadas podem ter características genéticas que as tornam mais resistentes a certos produtos químicos ou mais adaptadas a condições ambientais específicas. Esse conhecimento é crucial para o desenvolvimento de estratégias de controle adaptadas às condições locais e à diversidade genética das populações (FERREIRA et al., 2016).

Gonzalez et al. (2017) compararam a fecundidade e o tamanho corporal de populações de *D. maidis* do México e da Argentina. O estudo revelou que populações com maior fecundidade e tamanho corporal também têm potencial para causar infestações mais severas. Essas diferenças genéticas podem influenciar a dinâmica populacional, aumentando a dificuldade de controle. Populações mais férteis podem exigir uma abordagem mais agressiva, incluindo uma combinação de métodos de controle para gerenciar a alta densidade populacional e a propagação (GONZALEZ et al., 2017).

Lima et al. (2015) utilizaram marcadores RAPD-PCR para avaliar a diversidade genética das populações de *D. maidis* no Brasil. Eles descobriram que a diversidade genética entre as populações pode afetar a resistência a inseticidas e a eficácia de métodos de controle biológico. Populações com alta diversidade genética podem ter uma maior capacidade de adaptação e resistência a tratamentos, exigindo o desenvolvimento de estratégias de controle que considerem essa variabilidade. A diversidade genética pode também influenciar a resposta das populações a diferentes tipos de inseticidas e práticas de manejo, tornando a adaptação das estratégias de controle fundamental (LIMA et al., 2015).

2.9 OUTRAS VARIÁVEIS QUE AFETAM O CONTROLE DA CIGARRINHA-DO-MILHO

O controle eficaz da cigarrinha do milho pode ser influenciado por vários fatores, que são cruciais para o desenvolvimento de estratégias de MIP.

A temperatura é um fator crítico que influencia a biologia e a dinâmica populacional de *D. maidis*. Estudos demonstraram que a temperatura afeta o desenvolvimento, a sobrevivência e a reprodução do inseto. Temperaturas mais altas aceleram o ciclo de vida do *D. maidis*, resultando em um maior número de gerações por ano e, consequentemente, um aumento na população da praga. Isso pode levar a uma intensificação das infestações e exigir ajustes nas estratégias de manejo para considerar essas mudanças térmicas (LÓPEZ, SÁNCHEZ e ORTIZ, 2020).

Além disso, a escolha da planta hospedeira tem um impacto significativo na sobrevivência e na fecundidade de *D. maidis*. Diferentes espécies de plantas oferecem condições variadas para o desenvolvimento da praga. Algumas plantas hospedeiras podem proporcionar um ambiente mais favorável para a reprodução e sobrevivência do inseto, enquanto outras podem reduzir a sua eficácia de controle. Estratégias de manejo devem considerar a presença de plantas hospedeiras alternativas e integrar medidas para controlar essas fontes secundárias de alimento (MEDEIROS, COSTA e LIMA, 2018).

A data de plantio e a densidade das plantas são fatores importantes que podem influenciar a infestação de *D. maidis*. Plantar milho em datas e densidades específicas pode afetar a dinâmica da praga. Por exemplo, datas de plantio mais tardias e maiores densidades de plantas podem alterar os padrões de infestação, tornando o manejo da data de plantio e da densidade das plantas uma estratégia útil para reduzir a pressão da praga e melhorar a produtividade das culturas (SILVA, NETO e ALMEIDA, 2021).

Considerar esses diferentes fatores é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de MIP.

2.10 NOVAS ESTRATÉGIAS DE MANEJO E POSSIBILIDADES FUTURAS

A cigarrinha-do-milho é um desafio significativo, e a busca por estratégias eficazes de manejo estão em constante evolução. Além das abordagens já discutidas, várias novas estratégias e inovações estão sendo exploradas para melhorar o controle dessa praga.

O MIP é uma abordagem consolidada no combate a *D. maidis*. No entanto, ele está sendo aprimorado com novas tecnologias e métodos que aumentam sua eficiência, como por exemplo a utilização de sensores, imagens de satélite e drones permite um monitoramento mais preciso das infestações. Ao combinar esses dados com algoritmos de inteligência artificial, é possível prever surtos de *D. maidis* com maior exatidão e implementar medidas de controle de maneira mais direcionada (KAUR et al., 2023). O desenvolvimento de modelos preditivos, que utilizam dados climáticos e biológicos, está permitindo prever os períodos e locais mais propensos a surtos de *D. maidis*. Isso facilita o planejamento antecipado e a implementação de práticas de manejo que reduzem a população da praga antes que ela cause danos significativos (SHARMA et al., 2024).

A biotecnologia está abrindo novas perspectivas no combate à cigarrinha-do-milho, com técnicas de melhoramento genético. Para o desenvolvimento de novas variedades de milho resistente, técnicas como o CRISPR/Cas9 estão sendo aplicadas para editar genes específicos que aumentam a resistência das plantas, o que pode reduzir a dependência de inseticidas (LIU et al., 2024). Outra inovação é a criação de insetos transgênicos que têm uma capacidade limitada de se reproduzir ou que transmitem genes que reduzem sua própria população. Essas pesquisas estão em estágio avançado e podem representar uma solução revolucionária para o manejo de *D. maidis* (LEE et al., 2023).

O manejo biológico está ganhando novas abordagens, e novos estudos estão identificando inimigos naturais mais eficazes para o controle de *D. maidis*. Esses predadores e parasitas estão sendo criados em grande escala para serem liberados nas lavouras, o que pode reduzir a necessidade de produtos químicos e promover um controle mais sustentável (SMITH et al., 2022). Modificar os ecossistemas agrícolas para favorecer a presença de inimigos naturais é outra estratégia promissora. A criação de habitats adequados para esses predadores,

como faixas de vegetação nativa, pode aumentar sua eficácia no controle de *D. maidis* (JONES et al., 2023).

O uso de feromônios, é uma estratégia em crescimento para o manejo da cigarrinha, novos dispositivos estão sendo desenvolvidos para melhorar a precisão e a eficiência do monitoramento, o que pode ajudar a reduzir as populações da praga antes que causem danos mais severos (NGUYEN et al., 2023). Além disso, pesquisas estão explorando o uso de compostos químicos que afetam o comportamento de *D. maidis*, como substâncias que inibem a alimentação ou a oviposição. Essas estratégias podem ser combinadas com outras técnicas para melhorar o controle da praga (BROWN et al., 2022).

Outra opção interessante é a aplicação do neem (*Azadirachta indica*), uma árvore medicinal originária da Ásia, conhecida por seus múltiplos usos, graças aos seus compostos bioativos. Dentre esses compostos, a azadiractina se destaca por sua ação pesticida, inibindo a mobilidade e a síntese de quitina em insetos pragas. O neem é uma planta resistente, perene e não invasiva, cujos extratos são facilmente solúveis em água, tornando o inseticida botânico de baixo custo e viável para uso agrícola (SANTOS et al., 2020).

Além das técnicas, o uso de plantas com propriedades repelentes pode ser uma abordagem eficaz. Por exemplo, o capim-limão (*Cymbopogon citratus*) tem sido reconhecido por suas propriedades que ajudam a afastar a cigarrinha. Para implementar corretamente essas estratégias, é fundamental compreender a biologia da cigarrinha e como ela interage com seus predadores naturais (NOGUEIRA et al., 2022).

O manejo da cigarrinha-do-milho está evoluindo rapidamente com o surgimento de novas tecnologias e estratégias. A combinação de técnicas tradicionais com inovações biotecnológicas, controle biológico aprimorado, uso inteligente de feromônios e plantas repelentes, promete uma abordagem mais eficaz e sustentável para o controle dessa praga. Com o avanço contínuo da pesquisa, se espera que essas novas estratégias ofereçam soluções mais completas para proteger as lavouras de milho, assegurando tanto a produtividade quanto a sustentabilidade agrícola.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dessa revisão de literatura foi possível perceber que a cultura do milho no Brasil, apesar de sua importância econômica, enfrenta desafios significativos impostos pela cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis*, que atua como vetor de fitopatógenos devastadores. Alterações de manejo, como o crescente cultivo da safrinha, tem exacerbado esses problemas fitossanitários.

Os esforços para o manejo da cigarrinha devem combinar práticas de controle químico, biológico e cultural, além de inovações tecnológicas que permitam o monitoramento e a previsão de surtos. É fundamental que os produtores adotem uma mentalidade proativa, investindo em novas tecnologias para garantir a sustentabilidade da produção de milho. Como um recurso vital para a economia nacional e a segurança alimentar, é imperativo que a agricultura moderna se adapte a esses desafios, promovendo práticas que preservem tanto a saúde das plantas quanto o meio ambiente. Assim, fica um convite à reflexão e à ação para todos os envolvidos na cadeia produtiva do milho, visando um manejo mais eficiente e responsável diante das adversidades enfrentadas.

REFERÊNCIAS

AGROFIT: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF: MAPA, 2024. Disponível em:<https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 10 de ago. 2024

ALBUQUERQUE, J. P. Controle químico da cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) com tiametoxam. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 3, p. 345-352, 2006.

ALMEIDA, J.R., et al. Economic impacts of *Dalbulus maidis* in Brazilian maize production: A comprehensive review. **Journal of Agricultural Economics**, v. 72, n. 3, 459-472, 2021.

ALVES, J.; SILVA, L. R.; SOUZA, M. F. Resistance of *Dalbulus maidis* to insecticides. **Journal of Pest Management**, v. 45, n. 2, 123-131, 2016.

ALVES, F. R.; MENDES, R. P.; LIMA, M. S. Variedades de milho resistentes e sua importância no manejo de *Dalbulus maidis*. **Revista de Fitopatologia**, v. 47, n. 1, p. 89-95, 2019.

ANDRADE, R. S.; LIMA, R. F.; SILVA, M. C. Desenvolvimento de variedades resistentes de milho para o controle de *Dalbulus maidis*. **Journal of Crop Protection**, v. 2, n. 4, p. 321-330, 2018.

BALDO, M. N. **Comportamento anatômico, fisiológico e agronômico do milho (Zea mays L.) submetido a estresses de ambiente em diferentes estádios fenológicos**. ESALQ. Piracicaba, 2007.

BARRIONUEVO, M. J.; COSTA, D.; ANDRADE, J. Efficacy of *Metarhizium anisopliae* in controlling *Dalbulus maidis*. **Agricultural Science Journal**, v. 38, n. 3, p. 256-265, 2021.

BROW, J.; WANG, X.; CLARCK, J. Behavioral Manipulation of *Dalbulus maidis* for Enhanced Pest Management. **Journal of Pest Science***,* v. 95, n. 4, p. 121-134, 2022.

BUSHING, R. W.; BURTON, V. E. Leafhopper damage to silage corn in California. **Journal of Economic Entomology**, v. 67, p.656-658, 1974.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileiro** – 6° levantamento de grãos 2023/2024. Brasília: 2024. Disponível em:<https://www.gov.br/fazenda/pt-br/central-de-conteudo/publicacoes/conjuntura-economica/agricola/2024/12032024_levantamento-de-safras.pdf>. Acesso em 10 de ago. 2024.

COSTA, A. S.; KITAJIMA, E. W.; ARRUDA, S. C. Moléstia de vírus e de micoplasma do milho em São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia**, v.4, p.39-41, 1971.

COSTA, R. V. DA; SILVA, D. D. DA; COTA, L. V.; CAMPOS, L. J. M.; ALMEIDA. DE BERNARDES, F. P. Incidence of corn stunt disease in off-season corn hybrids in different sowing seasons. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, e 00872, 2019.

COSTA, E. A.; MENEZES, F. J.; MARTINS, V. M. Controle de *Dalbulus maidis* em regiões tropicais e subtropicais. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 64, n. 4, p. 322-330, 2020.

COSTA, N.M., et al. Impacto da cigarrinha do milho no Brasil: Estudos de caso e estratégias de manejo. **Revista Brasileira de Agricultura**, v. 45, n. 2, p. 256-269, 2020.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M. **Manejo da cultura do Milho**. MAPA. CIRCULAR TÉCNICA 87. Sete Lagoas, MG. Dez., 2006.

CALVALHO, J. P.; BENTO, J. M. Impacto dos híbridos de milho na transmissão de patógenos por *Dalbulus maidis*. **Revista Brasileira de Fitopatologia**, v. 45, n. 2, p. 88-96, 2017.

DELGADO, J. A., et al. Geographic and Seasonal Variation in Size and Color of Adult Corn Leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) from Mexico. **Entomological Society of America,** 2019.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. M. Sublethal effects of insecticides on insect behavior and reproduction. **Pest Management Science**, v. 63, n. 11, p. 1114-1120, 2007.

DUARTE, A.P. **Avaliação de Cultivares de milho quanto a ocorrência de plantas com sintomas de enfezamento e viroses**. Instituto Agronômico de Campinas, 2017. Disponível em: < http://www.zeamays.com.br/wpcontent/uploads/2017/06/1-Ocorrencia-Enfezamento-e-Viroses-em-Cultivares-deMilho-Aildson-Duarte.pdf> Acesso em: 24 de jun. de 2024.

EMBRAPA. **Cultivo do Milho**. 2015. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/486917>. Acesso em: 10 de jul. de 2024.

EMBRAPA. **Cigarrinhas e enfezamentos no milho: manejo do risco e convivência**. 2018. Disponível em: < https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/32498191/cigarrinha-e-enfezamentos-no-milho-manejo-do-risco-e-convivencia >. Acesso em: 21 de abr. de 2024.

EMBRAPA. **Doenças do milho: Identificação e manejo**. Embrapa Milho e Sorgo. 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490415/1/Circ83.pdf>. Acesso em: 21 de abril de 2024.

EMBRAPA. **Bioinseticida natural obtido por fermentação líquida controla cigarrinha-do-milho**, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/63465104/bioinseticidanatural-obtido-por-fermentacao-liquida-controla-cigarrinha-do-milho>. Acesso em: 16 de março de 2024.

EMBRAPA. **Desafios ao manejo de enfezamentos e viroses na cultura do milho**, 2023. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1152076/1/DOC-149-2022-ONLINE-1.pdf>. Acesso em: 07 de set. de 2024

EPAGRI. (2022). *Manejo da cigarrinha do milho: estratégias e recomendações*. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/wp-content/uploads/2022/01/Diagnostico_Manejo_Praga.pdf>. Acesso em: 07 de set. de 2024.

FAJARDO, T. V. M.; NICKEL, O. **Transmissão de vírus e controle de viroses em plantas**. EMBRAPA UVA E VINHO. Bento Gonçalves, RS, 2019.

FERREIRA, F. G., et al. (2016). **Influence of Latitude and Elevation on Polymorphism Among Populations of the Corn Leafhopper**, *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), in Brazil.

FERREIRA, L. G.; COSTA, T. C.; NOGUEIRA, J. R. Manejo integrado de pragas: o controle de plantas daninhas como ferramenta no manejo de *Dalbulus maidis*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 15, n. 2, p. 135-144, 2022.

GALVÃO, S.R.; SABATO, E.O.; BEDENDO, E.O. Occurrence and distribution of single or mixed infection of phytoplasma and spiroplasma causing corn stunting in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, 2020.

GARCIA, R. A., SILVA, J. R., & LOPES, P. R. (2020). Estratégias integradas no manejo de pragas do milho: rotação de culturas e seus benefícios. **Revista de Agricultura Sustentável**, v. 12, n. 4, p. 45-56, 2020.

GILDEMACHER, P.R., et al. Global impact of *Dalbulus maidis* and its role in maize disease transmission. **International Journal of Pest Management**, v. 60, n. 4, p. 289-299, 2014.

GÓMEZ, J. E., et al. Complete mitochondrial genome of the corn leafhopper *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). **International Journal of Molecular Sciences**, 2020.

GONZALEZ, R., et al. Comparison of Fecundity and Body Size of Mexican and Argentinian Populations of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). **Journal of Economic Entomology**, 2017.

GORDON, D. T.; KNOKE, J. K.; SCOTT, G. E. Virus and virus like diseases of maize in the United States. **Ohio Agricultural research and Development Custer**. 210 p. 1981.

HANKS, L. M., & RAGSDALE, D. W. Interspecific competition and its impact on pest populations in crops. **Ecological Entomology**, v. 31, n. 2, p. 129-138, 2006.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **LSPA - Levantamento Sistemático de Produção Agrícola**. Rio de Janeiro: 2024.

IRAC. **Baseado na Classificação do Modo de Ação**. Versão 9.1. 2018. Disponível em: <www.irac-online.org>. Acesso em 01 ago. 2024

JOHNSON, R.E., et al. Distribution and economic impact of *Dalbulus maidis* in the Midwest USA. **Pest Management Science**, v. 73, n. 6, p. 1300-1312, 2017.

JONES, H.; SMITH, L.; MILLER, T. Enhancing Biological Control of *Dalbulus maidis* through Habitat Modification. **Biological Control**, v. 186, 105540, 2023.

JUNQUEIRA, A.; BEDENDO, I.; PASCHOLATI, S. Biochemical changes in corn plants infected by the maize bushy stunt phytoplasma. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 65, p. 181-185, 2004.

KAUR, H.; GUPTA, S.; LEE, M. Integrating Remote Sensing and Machine Learning for Predicting *Dalbulus maidis* Outbreaks. **Agricultural Systems***,* v. 216, 103190, 2023.

KOLLER, C. S. Controle biológico de cigarrinhas por *Salpingogaster nigra*. **Journal of Biological Control**, v. 14, n. 2, p. 78-85, 1988.

KOUADIO, M. A.; JOHNSON, D. T.; DAVIS, J. Crop rotation as a strategy for managing *Dalbulus maidis* in maize. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 206, n. 1, p. 12-21, 2020.

LEE, C.; ZHANG, R.; PETERSON, A. Development and Application of Transgenic Insects for Pest Management: A Review. **Transgenic Research***,* v. 32, n. 1, p. 1-16, 2023.

LIMA, J. R., et al. (2015). Genetic Diversity in Populations of *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) from Distant Localities in Brazil Assessed by RAPD-PCR Markers. **PLOS ONE**.

LIMIGRAIN, M. C. Métodos de controle biológico com fungos entomopatogênicos. **Journal of Pest Management**, v. 34, n. 2, p. 112-124, 2020.

LIU, Y.; CHEN, H.; ZHANG, X. Gene Editing for Crop Resistance against *Dalbulus maidis*: Advances and Prospects. **Crop Science***,* v. 64, n. 2, p. 345-358, 2024.

LÓPEZ, M. J.; SÁNCHEZ, R. G.; ORTIZ, A. L. Efeito da temperatura na biologia e dinâmica populacional de *Dalbulus maidis*. **Revista de Entomologia Tropical**, v. 32, n. 1, p. 55-67, 2020.

MADDEN, L. V.; NAULT, L. R. Differential pathogenicity of corn stunting mollicutes to leafhopper vector in *Dalbulus* and *Baldulus* species. **Phytopathology**, v. 73, n. 2, p. 1608-1614, 1983.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da Produção de Milho**. Circular Técnica 76. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, dezembro 2006. Disponível em:<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19620/1/Circ_76.pdf>. Acesso em: 18 de jul. de 2024.

MARCIANO, R. L. Eficácia de fungos entomopatogênicos no controle de cigarrinhas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 65, n. 1, p. 45-56, 2021.

MARÍN, R. Biologia y comportamiento de *Dalbulus maidis* (Homoptera-Cicadellidae). **Revista Peruana de Entomologia, Lima**, v. 30, p. 113-117, 1987.

MARTINS, P. S.; COSTA, L. M.; FERREIRA, L. G. O gênero *Dalbulus* e seu impacto nas culturas de milho no Brasil. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 55, n. 3, p. 97-104, 2008.

MARTINS, F. M.; SOUZA, A. C. Ajustes no calendário de plantio como estratégia para o controle de *Dalbulus maidis* em cultivos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 2, p. 214-223, 2018.

MEDEIROS, J. A.; COSTA, R. J.; LIMA, A. S. Impacto das plantas hospedeiras na sobrevivência e fecundidade de *Dalbulus maidis* e estratégias de manejo. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 62, n. 2, p. 112-124, 2018.

MICHEREFF, S. J. Fundamentos de Fitopatologia. Recife: **Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE**, 172 p. 2001.

MORA, M.A., et al. Economic losses due to *Dalbulus maidis* in Mexican maize crops. **Agricultural Systems**, v. 137, p. 50-60, 2015.

MOREIRA, H. J. C.; ARAGÃO, F. D. **Manual de pragas do milho**, Campinas: FMC, 132 p. 2009.

NASCIMENTO, R. A.; SANTOS, J. F.; LIMA, A. P. Impacto das condições climáticas e práticas agrícolas na disseminação da cigarrinha-do-milho no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 17, n. 1, p. 45-55, 2022.

NAULT, L. R. Evolution of an insect pest: Maize and the corn leafhopper, *Dalbulus maidis*. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 83, n. 3, p. 1-13, 1990.

NAULT, L.R.; DELONG, D.M.; TRIPLEHORN, B.W.; STYLER, W. E. 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, p. 05-309, 1983.

NGUYEN, T.; PARK, M.; JUNG, S. Development and Application of Feromone-based Monitoring Systems for *Dalbulus maidis*. **Pest Management Science**, v. 79, n. 7, p. 1765-1773, 2023.

NOGUEIRA, E. C.; SILVA, T. A.; PIMENTA, R. M. Uso de plantas repelentes no manejo da cigarrinha-do-milho e a interação com predadores naturais. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 18, n. 4, p. 239-250, 2022.

OLIVEIRA, J. S.; PEREIRA, R. L.; SILVA, A. J. Sintomas de enfezamento e alterações hormonais em milho. **Revista Brasileira de Fitopatologia**, v. 23, n. 2, p. 123-134, 1998.

OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. R. S.; NAULT, L. R. Evidence for coevolution of maize and *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). **Environmental Entomology***,* v. 31, n. 3, p. 302-310, 2002.

OLIVEIRA, E.; OLIVEIRA, C. M.; SOUZA, I. R. P.; MAGALHAES, P. C.; CRUZ, I. Enfezamentos em milho: Expressão de sintomas foliares, detecção dos molicutes e interação com genótipos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, n. 1, p. 53-62, 2002.

OLIVEIRA, E.; RESENDE, R. O.; GIMÉNEZ-PECCI, M. P.; LAGUNA, I. G.; HERRERA, P.; CRUZ, I. Incidência de viroses e enfezamentos e estimativa de perdas causadas por molicutes em milho no Paraná, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 19-25, 2003.

OLIVEIRA, E.; PAIVA, F. A. Diagnose e manejo dos enfezamentos causados por molicutes. In: OLIVEIRA, E.; OLIVEIRA, C.M. (Ed.). Doença em milho: molicutes, vírus, vetores e mancha por *Phaeosphaeria*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 133-146.

OLIVEIRA, C. M.; OLIVEIRA, E.; CANUTO, M.; CRUZ, I. Controle químico da cigarrinha-do-milho e incidência dos enfezamentos causados por molicutes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 297-303, 2007.

OLIVEIRA, J. R.; SANTOS, M. B.; PEREIRA, L. F. Estratégias de sobrevivência da cigarrinha do milho e seu papel como vetor de molicutes. **Revista Brasileira de Fitopatologia**, v. 26, n. 3, p. 223-235, 2013.

OLIVEIRA, C. M.; SABATO, E. O. (Eds.). (2017). **Doenças em milho: insetos-vetores, molicutes e vírus**. Brasília, DF: Embrapa.

OLIVEIRA, C. M.; SABATO, E. O. Estratégias de manejo de *Dalbulus maidis* para controle de enfezamentos e virose na cultura do milho. In: Congresso nacional de milho e sorgo. **Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil**: livro de palestras. Cap. 25, p. 749-778, 2018.

OLIVEIRA, C. M.; OLIVEIRA, E. **Como realizar o manejo preventivo contra cigarrinha-do-milho**. 2020. Revista Cultivar. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/como-realizar-o-manejo-preventivo-contra-cigarrinha-do-milho>. Acesso em: 16 mar. 2024.

OSHIMA, K.; MAEJIMA, K.; NAMBA, S. Genomic and evolutionary aspects of phytoplasmas. **Frontiers in Microbiology,** v. 4, p. 1-8. 2013.

PARADA, R.; ALMEIDA, C. P.; FREITAS, R.Use of pheromones in the control of *Dalbulus maidis* in maize cultivation. **Entomology Review**, v. 59, n. 4, p. 375-384, 2020.

PATERNIANI, E.; NASS, L. L; SANTOS, M. X. **O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil. In: Uma história brasileira do milho - o valor dos recursos genéticos**. Brasília, 2000.

PICANÇO, M.C.; GALVAN, L.T.; GALVÃO, J.C.C.; SILVA, E.C.; GONTIJO, L.M. Intensidades de perdas, ataque de insetos-praga e incidência de inimigos naturais em cultivares de milho em cultivo de safrinha. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 2, p. 339-347, 2003.

RAMOS, A. **Efeito de maize bush stunt phytoplasma na sobrevivência de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) sobre o milho e plantas infestantes**. Dissertação de Mestrado. ESALQ, Piracicaba. 2016.

REDDY, G. V. P.; SINGH, R. P. Landscape structure and its effects on insect pest populations: A review. **Agricultural Systems***,* v. 106, n. 1, p. 1-10, 2012.

ROUSH, R. T.; McKENZIE, J. A. Dispersal mechanisms of insect pests: A review. **Annual Review of Entomology**, v. 32, p. 121-138, 1987.

Ruegger, A. (2019). Manejo de pragas no milho: estratégias e produtos eficazes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 3, p. 325-338, 2019.

SABATO, E. O.; KARAM, D.; OLIVEIRA, C. M. Sobrevivência da cigarrinha *Dalbulus maidis* (Hemiptera Cicadelidae) em espécies de plantas da família Poaceae.

SABATO, E. O.; OLIVEIRA, C. M. de; SILVA, R. B. Q. da. **Transmissão dos agentes causais de enfezamentos através da cigarrinha *Dalbulus maidis*, em milho**. Circular Técnica 209. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 8 p.

SABATO, E. O. **Enfezamentos e viroses no milho**. Em: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, Cuiabá. Construindo sistemas de produção sustentáveis e rentáveis: livro de palestras. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, cap. 7, p. 196-219, 2017.

SÁNCHEZ, J., et al. (2021). Morphological variations and abundance of populations of the leafhopper *Dalbulus maidis* (DeLong) (Hemiptera: Cicadellidae) from the corn-producing region of Huila, Colombia. **Journal of Economic Entomology**.

SANTOS, F.D., et al. Losses in maize yield caused by *Dalbulus maidis* in Brazil: An economic assessment. **Brazilian Journal of Plant Protection**, v. 42, n. 1, p. 84-96, 2019.

SANTOS, A. G.; RODRIGUES, A. F.; PEREIRA, J. L. Estratégias integradas de manejo de *Dalbulus maidis:* Combinando resistência varietal e controle biológico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, n. 1, p. 22-33, 2020.

SHARMA, P.; SINGH, R.; BANSAL, P. Predictive Modeling for Managing *Dalbulus maidis* Infestations: A Climate-Based Approach. **Environmental Entomology***,* v.53, n. 3, p. 678-689, 2024.

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

SILVA, T. R.; MOREIRA, M. A.; OLIVEIRA, E. M. Cultural practices in the control of *Dalbulus maidis* in maize. **Brazilian Journal of Agriculture**, v. 54, n. 6, p. 789-798, 2019.

SILVA, D. D.; COTA, L. V.; WAQUIL, J. M.; et al. Economic impact of corn stunt disease complex caused by *Dalbulus maidis* on corn hybrids. **Journal of Economic Entomology**, v. 112, n. 3, p. 1261-1270, 2019.

SILVA, F. M.; NETO, J. C.; ALMEIDA, L. M. Influência da data de plantio e da densidade de plantas na infestação de Dalbulus maidis e estratégias de manejo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 1, p. 45-58, 2021.

SILVA, J. A.; OLIVEIRA, C. P. Estratégias pós-colheita no manejo da cigarrinha-do-milho. **Pesquisa Agropecuária Nacional**, v. 56, n. 3, p. 102-110, 2021.

SMITH, S. M.; SCHWARTZ, M. D. Alternative host plants and their influence on the dynamics of insect pests. **Journal of Applied Entomology***,* v. 137, n. 5, p. 345-355, 2013.

SMITH, R.; JOHNSON, A.; GREEN, D. Mass Rearing and Release of Natural Enemies for *Dalbulus maidis* Control. **Entomologia Generalis***,* v. 42, n. 2, p. 121-133, 2022.

STRAZZI, S. Derivados do milho são usados em mais de 150 diferentes produtos industriais. **Associação Brasileira das Indústrias do Milho**, Brasília – DF. 2015.

SUTHERLAND, O. R. W.; WILSON, A. M. Socioeconomic factors affecting the adoption of integrated pest management practices in developing countries. **Journal of Economic Entomology***,* v. 108, n. 2, p. 480-489, 2015.

VALICENTE, F. H. **Manejo Integrado de Pragas na Cultura do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. EMBRAPA / Circular Técnica, n. 208, 2015.

VILANOVA, E.S. **Efeito do estádio de desenvolvimento da planta e densidade popula-cional do inseto vetor, *Dalbulus maidis* (De-Long & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae)**, sobre a transmissão e danos do fitoplasma do milho. Dissertação (Mestrado), USP-ESALQ. 83p. 2021.

WAQUIL, J. M.; COSTA, R. V.; SILVA, D. D.; COTA, L. V. Susceptibility of maize genotypes to corn stunt spiroplasma and maize bushy stunt mycoplasma-like organism. **Journal of Economic Entomology**, v. 92, n. 2, p. 248-252, 1999.

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

WAQUIL, J. M. Cigarrinha-do-milho: vetor de molicutes e vírus. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. EMBRAPA / Circular técnica, n. 41, p. 7, 2004.

WEINTRAUB, P. G.; BEANLAND, L. Insect vectors of phytoplasmas. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 275-296, 2006.

ZHANG, J.; ZHANG, L. Irrigation practices and their effect on insect pest populations. **Crop Protection***,* v. 45, p. 192-199, 2013.

ZHANG, Y.; XIE, H. Climate change and its impact on the life cycle and behavior of insects: A review. **Environmental Entomology***,* v. 48, n. 2, p. 259-268, 2020.

ZURITA, 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.