

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS PARA O CONTROLE DA CIGARRINHA DO MILHO (*DALBULUS MAIDIS*) – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Data de aceite: 03/06/2024

Breno David Gomes da Silva

Universidade de Federal Viçosa
Florestal – Minas Gerais (Brasil)

Leonardo França da Silva

Universidade de Federal Viçosa
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0002-9710-8100>

Marcelo Bahuti

Universidade de Federal de Lavras
Lavras – Minas Gerais (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0002-1542-5058>

Victor Crespo de Oliveira

Universidade Estadual Paulista
Botucatu – São Paulo (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0003-2719-9972>

Jessica Mansur Siqueira Crusóé

Universidade de Federal Viçosa
Florestal – Minas Gerais (Brasil)
<https://orcid.org/0009-0007-4210-8430>

Denis Medina Guedes

Universidade Federal de Viçosa
Florestal - Minas Gerais (Brasil)
<https://orcid.org/0009-0004-9847-8471>

Ronaldo Goulart Magno Júnior

Universidade de Federal Viçosa
Florestal – Minas Gerais (Brasil)

RESUMO: O Brasil possui uma capacidade significativa de produção de milho, sendo um dos maiores produtores e exportadores mundiais desse cereal. No entanto, um desafio enfrentado nesse setor é a presença da cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*), uma praga que causa danos diretos às plantas e também atua como vetor de patógenos e vírus, resultando em perdas de produtividade. O controle efetivo dessa praga tem sido um desafio, especialmente porque o uso exclusivo do controle químico tem se mostrado ineficiente. Portanto, são necessárias abordagens integradas de manejo, como medidas culturais, uso de cultivares resistentes, tratamento de sementes, controle biológico e estratégias comportamentais, para lidar de forma eficaz com a cigarrinha do milho e proteger a produção de milho no Brasil. O objetivo deste trabalho é apresentar estratégias e táticas de manejo para controlar a cigarrinha do milho baseando-se na literatura, no âmbito do manejo integrado de pragas (MIP). Através da revisão bibliográfica realizada em plataformas científicas digitais, utilizando-se preferencialmente dados de publicações desde 2018 a 2023, reunindo resultados promissores de estratégias que quando integradas em um MIP podem minimizar os prejuízos causados pela praga na cultura do milho.

PALAVRAS-CHAVE: MIP, Controle, Patógenos, Vírus

ABSTRACT: Brazil has a significant capacity for corn production, being one of the largest producers and exporters of this cereal worldwide. However, a challenge faced in this sector is the presence of the corn leafhopper (*Dalbulus maidis*), a pest that causes direct damage to plants and also acts as a vector for pathogens and viruses, resulting in productivity losses. Effective control of this pest has been challenging, particularly because the exclusive use of chemical pesticides has proven to be inefficient. Therefore, integrated management approaches are necessary, such as cultural practices, use of resistant cultivars, seed treatment, biological control, and behavioral strategies, to effectively deal with the corn leafhopper and protect corn production in Brazil. The objective of this work is to present management strategies and tactics for controlling the corn leafhopper based on the literature, within the framework of integrated pest management (MIP). Through a bibliographic review carried out on digital scientific platforms, preferably using data from publications from 2018 to 2023, gathering promising results from strategies that, when integrated into an IPM, can minimize the damage caused by the pest in corn crops.

KEYWORDS: MIP, Control, Pathogens, Virus

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) se destaca no cenário nacional estando entre os cereais com maior área plantada e maiores produtividades, a produção da atual safra do cereal está estimada em 125,7 milhões de toneladas, é 11,1% ou 12,6 milhões de toneladas acima da produzida em 2021/22 (CONAB, 2023). Podemos destacar que na atual safra 2022/2023 o Brasil assumiu a posição de maior exportador mundial da cultura, superando os Estados Unidos. Na safra encerrada em 31 de agosto, o Brasil representou 32% das exportações globais de milho, sendo que essa porcentagem representa 56 milhões de toneladas (USDA, 2023).

A cultura é essencial para a agricultura e pecuária brasileiras, sendo explorado de várias formas: silagem, grão, etanol e DDGS (*dried distillers grain and solubles*). Essas diferentes utilizações proporcionam oportunidades de receita, redução de custos de produção e novos negócios nas regiões produtoras do país (CONTINI et al., 2019). Devido a suas inúmeras formas de exploração o milho tem sua produção no Brasil impulsionada por três safras: safra de verão, safra de inverno (safrinha) e uma possível terceira safra. Safras que desempenham um papel crucial na economia brasileira, contribuindo para a geração de receita e o desenvolvimento dos setores agrícolas, alimentício, energético e pecuário.

A intensificação na produção de milho no Brasil com a utilização de tecnologias que permitem o plantio em diferentes épocas do ano tem aumentado a dificuldade no controle de pragas e doenças, como a cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*), que é uma das principais pragas que afetam a produção de milho no país. A alta infestação dessa praga pode causar

danos e perdas na produção que estão ligados ao fato da cigarrinha do milho ser um inseto vetor de patógenos que causam doenças prejudiciais à cultura. O manejo integrado de pragas (MIP) é uma estratégia importante para o controle desses insetos pragas como a cigarrinha do milho, que envolve o uso de diferentes métodos, como o controle biológico, o uso de inseticidas e a adoção de práticas culturais adequadas (ÁVILA et al., 2021).

Com a produção de milho sendo intensificada no Brasil tendo até três safras, também se intensificou a presença e pressão de pragas e doenças na cultura. Com essas informações a presente pesquisa é baseada no atual cenário das lavouras de milho do país e na necessidade do controle da cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*), com isso objetivou-se a resolução de uma revisão bibliográfica visando como o manejo integrado de pragas (MIP) pode atuar no controle e prevenção dessa importante praga da cultura do milho.

A CULTURA DO MILHO: ASPECTOS GERAIS

O milho (*Zea mays* L.) é uma monocotiledônea que pertence à família Poaceae, com seu centro de origem localizado na América Central mais especificamente no México, logo a cultura foi introduzida na Europa, Ásia e África (DORNELES et al., 2023). Hoje a cultura é amplamente cultivada em diversos países do mundo, segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos USDA (2023), a produção mundial foi estimada em 1,161.86 milhões de toneladas na safra 2022/23, sendo a maior cultura agrícola do mundo (MIRANDA et al., 2018).

Os cinco maiores produtores do cereal são Estados Unidos, China, Brasil, União Europeia e Argentina. No Brasil o cereal é amplamente difundido sendo cultivado em todos os estados, sendo que os estados que se destacam são: Mato Grosso (37,3%), Paraná (14,8%), Goiás (10,0%), Mato Grosso do Sul (9,1%) e Minas Gerais (6,3%). Na safra 2022/2023 a previsão é de que o Brasil produza em torno de 125,7 milhões de toneladas do cereal (CONAB, 2023).

O milho é considerado um cereal versátil, pois é amplamente utilizado em diversas áreas, como alimentação humana e animal, indústrias farmacêutica e química, produção de biocombustíveis, entre outras utilizações. Além disso segundo Strazzi (2015), os derivados do milho são utilizados na produção de mais de 150 produtos industriais.

O milho é uma planta anual de porte ereto, fotoneutra, apresenta metabolismo C4 e baixo afilamento. Sua reprodução é caracterizada como alógama e monoica. Suas folhas são do tipo lanceoladas, o sistema radicular é do tipo fasciculado e suas sementes são do tipo cariopse (ZANCANARI, 2019).

O ciclo da cultura é dividido em duas grandes fases fenológicas vegetativa e reprodutiva, e as duas grandes fases fenológicas são subdivididas onde, o ciclo vegetativo é subdividido numericamente de VE, V1 etc., até Vn, em que n representa o número de folhas totalmente expandidas da planta que inicia em VE (emergência) e termina em VT

(pendoamento); o ciclo reprodutivo por sua vez é subdividido em seis etapas, correlacionadas com o avanço na maturação do grão, iniciando em R1 (florescimento) e o término em R6 (maturidade fisiológica), onde o grão atinge a sua maior massa seca estando maduros fisiologicamente (GALVÃO et al., 2017).

O Brasil apresenta condições favoráveis para o cultivo de até três safras de milho no mesmo ano devido a uma combinação de fatores agrônômicos, climáticos e de manejo. Esses fatores contribuem para a viabilidade do plantio e colheita em diferentes épocas do ano (FILHO et al., 2021).

Dentre as possíveis três safras, a principal é denominada como safra de verão ou primeira safra, onde o plantio geralmente é realizado entre setembro e outubro, com colheita entre janeiro e março. Safra essa que é favorecida pelas chuvas de verão e temperaturas adequadas, resultando em altas produtividades. Mas com a ascensão do plantio de soja no país durante a safra de verão devido as condições climáticas ideais e por ter um valor agregado maior quando comparado ao milho, vem crescendo o plantio de milho na segunda safra ou safrinha onde o plantio ocorre logo após a colheita da soja ou milho de primeira safra. O plantio do milho safrinha ocorre entre janeiro e março, com colheita entre junho e julho, sendo mais comum nas regiões Centro-Oeste e sudeste, onde as condições climáticas permitem um cultivo viável. Algumas regiões com condições climáticas específicas conseguem realizar uma terceira safra, que ocorre logo após a safrinha sendo cultivada durante o inverno, geralmente entre junho e julho, colheita entre setembro e outubro. Essa prática é comumente utilizada em áreas do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul (FILHO et al., 2021; FAGUNDES et al., 2022; CONAB, 2023).

Essa intensificação no cultivo do milho favorece o aparecimento de novas pragas ou o descontrole de pragas antes tidas como secundárias por serem consideradas de baixo potencial destrutivo, como a cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*), que era considerada uma praga secundária e no atual cenário é uma das pragas mais importantes da cultura (SANTANA et al., 2019).

De forma indireta a cigarrinha do milho transmite doenças e vírus, que tem ganhado bastante atenção por estarem diretamente ligadas às altas populações do inseto e causarem danos severos culminando em prejuízos aos produtores, principalmente em regiões mais quentes do país, que são justamente as regiões que cultivam mais de uma safra da cultura no ano (CASTELÕES, 2017).

A CIGARRINHA DO MILHO (*DALBULUS MAIDIS*)

Dalbulus maidis, um inseto pertencente à ordem Hemiptera e à família Cicadellidae, é uma cigarrinha que possui um aparelho bucal sugador e se alimenta da seiva das plantas de milho. Esse hábito alimentar resulta em danos diretos à cultura do milho. Além disso, *D. maidis* desempenha o papel de vetor persistente de doenças sistêmicas como, o enfezamento pálido, o enfezamento vermelho e o vírus da risca do milho, ocasionando danos secundários ao milho (LOBATO, 2021).

A cigarrinha adulta tem um tamanho de 3,7 a 4,3 mm e uma coloração palha com manchas negras no abdômen, além de dois pontos negros semelhantes a olhos na cabeça. Tanto os adultos quanto as ninfas vivem em colônias nas folhas jovens e no cartucho do milho. O ciclo de vida completo da cigarrinha, desde o ovo até o estágio adulto, leva cerca de 45 dias, mas em condições favoráveis de temperatura (26 a 32°C), esse ciclo pode ser concluído em 24 dias. Durante a fase adulta, as fêmeas da cigarrinha têm a capacidade de depositar cerca de 14 ovos diariamente e ao longo do seu ciclo de vida pode depositar de 400 a 600 ovos, resultando em múltiplas gerações ao longo do ciclo do milho. Isso contribui para o aumento da população da cigarrinha durante o mesmo período de cultivo.

De acordo com Ribeiro e Canale (2021), além da ocorrência de elevadas temperaturas, a presença de lavouras de milho em diferentes estádios fenológicos favorece a multiplicação e migração das cigarrinhas. Isso ocorre quando as cigarrinhas se deslocam de áreas com milho em estágios mais avançados para lavouras em estágios iniciais, bem como encontram plantas de milho voluntárias. Em situações em que não há disponibilidade dessas “pontes verdes”, as cigarrinhas podem migrar para longas distâncias ou entrar em estado de dormência (diapausa) em restos culturais do milho ou em plantas voluntárias. Em condições em que espécies da família Poaceae são temporariamente utilizadas como plantas voluntárias pela cigarrinha na ausência de plantas de milho, a longevidade dos adultos de cigarrinha é significativamente reduzida (OLIVEIRA et al., 2013; 2020).

COMPLEXO DE ENFEZAMENTOS

Os enfezamentos têm como agentes causais bactérias da classe Molliculites, caracterizadas pela ausência de parede celular. Essas bactérias colonizam e infectam os tecidos do floema das plantas de forma sistêmica. No milho, dois sintomas de enfezamento são conhecidos: enfezamento pálido, ocasionado pelo procarionte *Spiroplasma kunkelii* Whitcomb e o enfezamento vermelho, ocasionado pelo Fitoplasma *Maize bushy stunt phytoplasma*. Ambos patógenos são transmitidos de forma persistente propagativa pela cigarrinha do milho (OLIVEIRA et al., 2020).

Segundo Alves et al. (2020) e Cota et al. (2021), a presença de *Dalbulus maidis* vem aumentando em vários estados brasileiros o que leva ao aumento dos surtos de enfezamentos mais significativos nas regiões agrícolas da Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná. As perdas causadas pelos enfezamentos podem atingir até 100% na produtividade das lavouras, dependendo do momento da infecção e da suscetibilidade do híbrido semeado.

As perdas mais acentuadas na produtividade do milho são observadas quando a plântula é infectada precocemente. O prejuízo acometido em uma lavoura está diretamente relacionado à quantidade de plantas atacadas e a severidade dos sintomas expressados pela planta (ALVES et al., 2020). O controle dos enfezamentos é desafiador devido à falta de métodos para eliminar os molliculites após a infecção das plantas como também a baixa eficácia dos inseticidas no controle da cigarrinha (SILVA et al., 2017).

ENFEZAMENTO PÁLIDO

O procarionte denominado *Spiroplasma kunkelii* Whitcomb (*Corn Stunt Spiroplasma*) é o agente causal do enfezamento pálido. Este espiroplasma é pertencente a classe Molliculites, ordem Entomoplasmatales e família Spiroplasmataceae. Sintomas característicos são: estrias cloróticas delimitadas nas nervuras das folhas, altura reduzida das plantas, encurtamento de entrenós, brotos nas axilas foliares e cor avermelhada em folhas, como também pode ocorrer o enfraquecimento dos colmos e proliferação de espigas (COTA et al., 2021).

ENFEZAMENTO VERMELHO

É causado pelo procarionte *Maize bushy stunt phytoplasma*. Este fitoplasma é pertencente à classe dos Molliculites, ordem Acholeplasmatales e família Acholeplasmataceae. Sintomas característicos são: amarecimento e/ou avermelhamento das folhas, geralmente iniciado pelas bordas, perfilhamento e proliferação de espigas por planta (COTA et al., 2021).

VÍRUS DA RISCA DO MILHO (MRFV)

O agente causal da risca do milho é o *Maize rayado fino vírus* (MRFV), pertencente ao gênero Marafivírus, família Tymoviridae. O MRFV é transmitido de planta para planta por meio da cigarrinha do milho, que atua como vetor da doença. A transmissão ocorre quando a cigarrinha se alimenta de plantas infectadas, adquirindo o vírus em seu trato digestivo, e posteriormente, ao se alimentar de plantas saudáveis transmite o vírus e infectando-as (COTA et al., 2021).

Os sintomas associados à risca do milho incluem a formação de pequenos pontos cloróticos que formam raias estreitas e longitudinais ao longo das nervuras das folhas com o desenvolvimento da doença. Além das estrias clorótica, também pode ocorrer enrugamento e redução do crescimento das plantas afetadas pela doença (SABATO et al., 2013).

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS (MIP)

O Manejo Integrado de Pragas é uma importante ferramenta de manejo que engloba e integra diversas estratégias para o controle de insetos praga, com base em critérios técnicos, econômicos, ecológicos e sociais (PICANÇO, 2010; STENBERG, 2017; FERREIRA, 2022). No controle da cigarrinha do milho a prática isolada de uma dessas estratégias não tem se mostrado eficiente, necessitando da adoção das estratégias de manejo em conjunto na tentativa de atingir sucesso no controle deste inseto (SABATO, 2018).

Dentro do manejo integrado de pragas, além do controle químico que é amplamente utilizado, outras práticas podem aumentar a eficácia no controle da cigarrinha do milho (MEHRNEJAD, 2018). Isso inclui o controle cultural com a redução de plantas voluntárias, o controle biológico utilizando inimigos naturais, o controle genético com cultivares tolerantes e o controle comportamental que diminui a preferência do inseto por determinadas plantas (MORRISON, 2016; NELSON, 2018).

O controle do inseto requer ações simultâneas devido à sua alta mobilidade, já que a cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*) migra por longas distâncias e utiliza da diapausa como estratégias de sobrevivência, com isso o controle eficaz dessa praga é desafiador devido às complexas interações entre os diversos agentes e fatores envolvidos no MIP (COTA et al., 2021; PINTO, 2021). Devido ser um vetor de fitopatógenos, medidas preventivas são necessárias para o controle da cigarrinha do milho, uma vez que o nível de danos econômicos não está diretamente relacionado ao número de insetos praga (OLIVEIRA et al., 2017).

CONTROLE CULTURAL

Como medida preventiva, o controle cultural deve ser realizado de forma constante nas lavouras, independente da presença de pragas. O objetivo é reduzir a disponibilidade de alimentos para as pragas e criar condições desfavoráveis para o seu crescimento e reprodução. Algumas táticas utilizadas no controle cultural incluem a rotação de culturas, escolha adequada da época de plantio e colheita, destruição de restos culturais, a eliminação de hospedeiros alternativos (milho tiguera) durante a entressafra, e a adubação equilibrada das plantas (FINKE et al., 2006).

Segundo Oliveira (2013), o monitoramento do milho tiguera é uma prática cultural crucial, pois essas plantas servem como abrigo para os insetos provenientes de lavouras recém colhidas. Ao monitorar e remover essas plantas é possível reduzir a disponibilidade de abrigo e alimento para os insetos, contribuindo no controle populacional da cigarrinha prevenindo e/ou diminuindo infestações futuras.

Conforme apontado por Rao et al. (2017), a erradicação de plantas espontâneas além de controlar a população de cigarrinhas também ajuda a controlar a incidência do complexo de enfezamentos. Isso ocorre porque o fitoplasma, que é o patógeno causador do enfezamento, é um organismo biotrófico que depende de um hospedeiro vivo para sua sobrevivência. Portanto, a remoção das plantas espontâneas elimina possíveis reservatórios e fontes de inóculo, reduzindo a presença do fitoplasma entre as estações de cultivo e ajudando a prevenir a disseminação da doença.

CONTROLE GENÉTICO

O uso de variedades de milho resistentes e/ou tolerantes aos enfezamentos é uma alternativa amplamente recomendada. Essas variedades possuem características genéticas que as tornam menos suscetíveis aos enfezamentos causados pelos molliculites. A incorporação de cultivares com resistência genética é crucial no controle dos enfezamentos. Além de garantir fontes de resistência, é essencial compreender a herança dessa característica para aprimorar a seleção de cultivares resistentes de maneira mais eficaz no programa de melhoramento genético (HALLAUER et al., 2010).

Porém, existe uma lacuna de conhecimento em relação a imunidade ao enfezamento vermelho e pálido em híbridos comerciais disponíveis no mercado. Atualmente, as opções de híbridos comerciais de milho resistentes aos enfezamentos são limitadas (COTA et al., 2018; ROCHA et al., 2019).

Em avaliações experimentais realizadas em lavouras comerciais de milho Ávila et al., (2021), constatou que onde se semeou cultivares suscetíveis aos enfezamentos, o alto número de pulverizações de defensivos não foi eficaz na redução dos danos causados pela doença. O que ressalta a importância do controle genético como uma estratégia efetiva, onde a escolha de cultivares com tolerância aos patógenos transmissores dos enfezamentos é fundamental.

De acordo com o estudo realizado por Oliveira et al. (2010), que avaliou 77 linhagens de milho inoculadas com espiroplasma ou fitoplasma, verificou-se que a maioria das linhagens manifestou sintomas de espiroplasma, variando em número e intensidade. Por outro lado, a maioria das linhagens inoculadas com fitoplasma não apresentou nenhum sintoma de enfezamento, indicando uma resistência completa desses materiais à infecção por esse patógeno.

Pesquisa realizada por Bessa (2021), visando a tolerância de híbridos de milho quanto aos enfezamentos demonstrou que os híbridos DKB360, DKB335, DKB255 e AG8480 foram os mais produtivos e tiveram menor incidência de enfezamento demonstrando ser mais adequados para regiões ou épocas que apresentam maior risco de epidemia da doença.

CONTROLE QUÍMICO

O controle químico é realizado por meio da aplicação de inseticidas durante o processo de tratamento das sementes e/ou diretamente nas plantas de milho. O emprego de inseticidas no tratamento de sementes tem se popularizado entre os produtores como uma tecnologia para aumentar a produtividade. Esses produtos atuam de maneira preventiva contra pragas iniciais, como a *D. maidis*, prevenindo danos significativos nos estágios iniciais de crescimento das culturas e garantindo um desenvolvimento saudável e livre de doenças para as plantas (OLIVEIRA; SABATO, 2018).

Estudos têm demonstrado que o tratamento de sementes para o controle da cigarrinha do milho nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta tem se demonstrado viável em experimentos conduzidos em ambiente controlado. No entanto, em ensaios a campo, os resultados não têm se mostrado tão satisfatórios, provavelmente devido à característica migratória da praga (GONÇALVES, 2021).

Em um estudo Silveira (2019), avaliou a mortalidade de adultos de *Dalbulus maidis* com a aplicação dos inseticidas tiametoxam, clorantraniliprole, imidaclorido+tiocarbe e clotianidina nos estádios fenológicos V2, V3, V4, V5 e V6 da cultura do milho. A mortalidade dos insetos foi observada 24, 72 e 120 horas após a infestação. O autor observou que os inseticidas aplicados nas sementes são mais eficazes no controle da praga nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, havendo uma redução na eficácia conforme as plantas se desenvolvem. Além disso, as pulverizações foliares tiveram baixa eficácia no controle de adultos de *D. maidis*, mas reduziram a alimentação desses insetos e consequentemente a taxa de transmissão dos molliculites.

De acordo com Silveira (2019), o controle químico é mais eficaz quando aplicado no tratamento de sementes, permitindo o controle da cigarrinha do milho logo após a emergência das plantas. No entanto, os inseticidas aplicados no tratamento de sementes para o controle da cigarrinha do milho têm um período residual geralmente curto e variável entre os produtos comerciais. Em média, a eficácia desses inseticidas diminui gradualmente ao longo do tempo, sendo que, para alguns deles, não ultrapassa duas semanas. Como concluíram Oliveira et al. (2007) e Silveira (2019), embora alguns inseticidas possam afetar a atividade alimentar da cigarrinha do milho, eles demonstram ser ineficazes na prevenção da transmissão dos molliculites causados pela *Dalbulus maidis*.

É importante utilizar apenas produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para controlar a cigarrinha do milho. O número de pulverizações necessárias depende da presença de cigarrinhas e das instruções do fabricante, respeitando a dose e o intervalo entre as aplicações. Além disso, é recomendado realizar a rotatividade dos grupos químicos para evitar o desenvolvimento de resistência (ALVES et al., 2020). No AGROFIT sistema de consultas do MAPA, em julho de 2023, foram descritos 48 produtos registrados para o controle de *Dalbulus maidis* na cultura do milho, podendo ser utilizados no tratamento de sementes e em pulverizações foliares (MAPA, 2023).

CONTROLE BIOLÓGICO

O controle biológico é uma estratégia crucial para o manejo de pragas, que se baseia na autorregulação dos agroecossistemas. Essa abordagem visa promover a interação entre os inimigos naturais e as pragas, trazendo benefícios significativos. Existem diferentes formas de controle biológico, incluindo o conservativo, que envolve a preservação dos

predadores naturais das pragas. O controle clássico consiste na introdução de inimigos naturais no ambiente para controlar as populações de pragas. Já o controle biológico aumentativo envolve a criação em laboratórios e a liberação em grande escala de inimigos naturais no campo, a fim de reduzir as pragas. Essas abordagens são fundamentais para promover um equilíbrio ecológico e sustentável no controle de pragas, e sua aplicação tem sido amplamente estudada e utilizada na agricultura (FONSECA et al., 2017; VILLA et al., 2017).

O controle biológico da cigarrinha do milho tem demonstrado eficácia através da utilização de esporos do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*. Esses esporos são utilizados na formulação de diversos produtos com efeito biológico, sendo destacados pela sua capacidade de controlar de forma efetiva as populações da praga. O fungo *B. bassiana* é um parasita facultativo capaz de penetrar em qualquer parte da cutícula da cigarrinha do milho (LAZZARINI, 2005).

Além disso, o fungo *B. Bassiana* também pode penetrar através dos aparelhos respiratórios e digestórios da cigarrinha do milho (BROOME et al., 1976). Uma vez dentro do inseto, o fungo se desenvolve na hemolinfa, multiplicando-se e esgotando os nutrientes do inseto, levando à sua morte. Em condições ambientais favoráveis, as hifas do fungo se projetam para fora do corpo do inseto, formando uma massa branca visível (LAZZARINI, 2005). A interação entre o fungo *B. bassiana* e a cigarrinha do milho evidencia o potencial desse agente de controle biológico para o manejo eficaz dessa praga.

O fungo *Metarhizium anisopliae* também é uma opção altamente eficaz no controle da cigarrinha do milho. Estudo realizado por Ribeiro (2018), demonstrou que o fungo *Metarhizium anisopliae* apresentou eficácia comparável aos inseticidas Tiametoxam e Lambdaialotrina no controle da cigarrinha do milho. Apesar dos resultados promissores, o uso do fungo *Metarhizium anisopliae* no controle da cigarrinha do milho é ainda limitado devido à falta de informações sobre sua especificidade patogênica para essa praga específica (FRAZZON et al., 2000).

A fermentação líquida do fungo *Metarhizium robertsii* tem a capacidade de gerar um bioinseticida natural específico para a cigarrinha do milho. Após dois dias de cultivo, a fermentação produz leveduras (blastosporos), que podem ser diluídas e pulverizadas para o controle da praga (MARCIANO, 2021). Conforme foi observado por Lazzarini (2005), após dois dias de cultivo, a fermentação produz leveduras que podem ser diluídas e pulverizadas. Quando pulverizadas, essas leveduras germinam e infectam o inseto através da cutícula, resultando na morte do inseto em poucos dias.

Existem várias espécies de inimigos naturais, além dos fungos citados que desempenham um papel importante no controle biológico da cigarrinha do milho. Espécies como *Mymaridae* e *Trichogrammatidae* são capazes de parasitar os ovos e/ou adultos da cigarrinha, enquanto a família *Dryinidae* ataca as ninfas e adultos dessa praga (MENESES et al., 2013).

Como também existem diversos estudos conduzidos em plantas com a finalidade de controlar a cigarrinha do milho, dentre elas a planta *Azadirachta indica*, também conhecida como Nim, da família Meliácea. Dessa planta, são extraídos compostos chamados terpenoides, que, quando preparados com água, mostram potencial como bioativos no controle de pragas, sem apresentar efeitos tóxicos para humanos e o meio ambiente (OLIVEIRA, 2018).

Outra planta promissora é a mamona (*Ricinus communis* L.), onde Besson (2021), relatou que o extrato da folha da mamona apresenta resultados promissores no controle da cigarrinha do milho, sendo a ricina, encontrada na mamona, responsável pelo efeito tóxico sobre essa praga.

CONTROLE COMPORTAMENTAL

Por fim, o controle comportamental pode ser uma alternativa de resistência (antibiose) que tem um efeito adverso no comportamento de colonização do inseto. Isso pode ocorrer tanto por meio de mecanismos biofísicos quanto bioquímicos, reduzindo a preferência do inseto por alimentação, oviposição ou abrigo (BALDIN et al., 2019).

Diante disso, pode-se analisar que a resistência de plantas através do espessamento e rigidez da epiderme, juntamente com a acumulação de sílica, pode ser uma ferramenta adicional no Manejo Integrado de Pragas (MIP). Essa estratégia pode ajudar a reduzir a ocorrência de indivíduos resistentes nas gerações subsequentes, mantendo a população da praga sob controle (BOER et al., 2019).

A aplicação de silício por meio do uso de pó de rocha é uma alternativa ambientalmente amigável que pode contribuir para melhorar a eficácia das ferramentas de controle do Manejo Integrado de Pragas (MIP), sem deixar resíduos de defensivos químicos. Além disso, essa prática pode resultar em aumentos na produtividade e redução dos custos de produção (ARTYSZAK, 2018).

O silício (Si) é um dos elementos mais abundantes do planeta e as plantas o absorvem na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4) solúvel por meio do xilema. Em seguida, o silício se deposita na forma de sílica gel na parede celular das plantas. Essas deposições sugerem a possibilidade de criar barreiras mecânicas que dificultam a alimentação dos insetos, devido à maior dificuldade na mastigação, penetração e digestão. Isso também resulta em um maior tempo de exposição aos inimigos naturais, controles químicos e condições ambientais desfavoráveis (MALHOTRA et al., 2016; NAZARALIAN et al., 2017).

A deposição de silício na epiderme foliar proporciona um aumento na resistência mecânica contra o ataque de pragas, reduzindo o desempenho desses insetos. Isso ocorre devido ao desgaste do aparelho bucal na região incisória, o que resulta em uma redução na alimentação, atraso no desenvolvimento e aumento do canibalismo entre os insetos. Esses efeitos têm um impacto direto na população da praga, contribuindo para o controle e manejo eficaz (MA; YAMAJI, 2015; MASSEY; HARTLEY, 2009).

CONCLUSÃO

Conclui-se que o aumento do cultivo de milho que ocorre muitas vezes de forma sucessiva, ou seja, sem a utilização da rotação de culturas resultou em uma maior presença da cigarrinha do milho, uma praga de difícil controle. A cigarrinha é vetor de patógenos que causam grandes perdas de produtividade. Para um controle eficaz, é necessário seguir um protocolo de manejo integrado de pragas de maneira eficaz e de forma que atenda a necessidade e realidade do produtor, incluindo medidas culturais contínuas, uso de cultivares resistentes, tratamento de sementes, controle biológico e controle comportamental com silício. Devido à importância da cigarrinha como praga chave na cultura do milho, vários estudos estão sendo realizados para aprimorar seu manejo. Essas pesquisas têm como foco principal a combinação de diferentes métodos de controle, uma vez que o controle químico isolado tem se mostrado ineficiente.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. P. et al. Guia de boas práticas para o manejo dos enfezamentos e da cigarrinha-do-milho. **Folhetos Embrapa Cerrados**. 34 p., 2020.

ARTYSZAK, A. Effect of silicon fertilization on crop yield quantity and quality – A literature review in Europe. **Plants**, v. 7, n. 3, p. 54, 2018.

ÁVILA, C. J. et al. A cigarrinha *Dalbulus maidis* e os enfezamentos do milho no Brasil. **Revista Plantio Direto**, p. 18-25, 2021.

BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENCAO, A. L. **Resistência de plantas a insetos: Fundamentos e Aplicações**. 1o ed. Piracicaba: FEALQ. 2019. 137p.

BESSA, K. F. L. **Tolerância de híbridos de milho Bt em cultivos comerciais a enfezamento, cigarrinha e lagarta**. 37 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2021.

BESSON, G. A. **Efeito do extrato de folhas de mamona (*ricinus communis*) sobre a cigarrinha do milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott)**. 2021. 34 f. Tese (bacharel em agronomia) - Universidade Federal de São Carlos, Buri-SP, 2021.

BOER, C. A.; SAMPAIO, M. V.; PEREIRA, H. S. Silicon-mediated and constitutive resistance to *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae) in corn hybrids. **Bulletin of Entomological Research**, v.109, p.356-364. 2019.

BROOME, J. R.; SIKOROWSKI, P. P.; NORMENT, B. R. A mechanism of pathogenicity of *B. bassiana* on the larvae of the imported fire ant, *Solenopsis richteri*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 28, p. 87-91, 1976.

CASTELÕES, L. **Enfezamento do milho aparece como problema nesta safra**. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cerrados/noticias/-/noticia/21567441/enfezamento-domilho-aparece-como-problema-nesta-safra?p_auth=9E18JLXA>. Acesso em: 10 ago.2023.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 9, junho 2023.

CONAB. **Série Histórica das Safras, Milho**. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/seriehistorica-das-safra/itemlist/category/910-Milho>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

CONTINI, E. et al. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. **Embrapa - Desafios do Agronegócio Brasileiro**, n. 2, 2019.

COSTA, L. M.; CANEVER, M. D.; FAGUNDES, N. S. **Evolução da produção de milho das diferentes safras no Brasil**. 2022.

COTA, L.V. et al. Manejo da cigarrinha e enfezamentos na cultura do milho. **Cartilha Embrapa Milho e Sorgo**. p. 16, 2021.

COTA; L. V. et al. Resistência de Genótipos de Milho aos Enfezamentos. **Circular técnica 247**. Sete Lagoas, MG Dezembro, 2018.

DORNELES, R. M. et al. **Cigarrinha (Dalbulus maidis) na cultura do milho**. 2023.31 p. Monografia em Agronomia – Universidade Federal do Pampa. Itaqui 2023. Disponível em: <<https://repositorio.unipampa.edu.br/handle/riu/8295>>. Acesso em: 23 jul. 2023.

FERREIRA, A. L. et al. **Uso de silício de pó de rocha no controle da população de dalbulus maidis no milho doce**. 2022. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos. Morrinhos 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/3453>>. Acesso em: 23 jul. 2023.

FILHO, I. A. P. et al. **Sistemas Diferenciais de Cultivo**. Embrapa. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/sistemas-diferenciais-de-cultivo>>. Acesso em: 10 ago. 2023.

FINKE D.L., DENNO R.F. Spatial refuge from intraguild predation: implications for prey suppression and trophic cascades. **Oecologia**, v. 149, p. 265–275, 2006.

FONSECA, M. M. et al. Non- crop plant to attract and conserve an aphid predator (Coleoptera: Coccinellidae) in tomato. **Biological Control**, v.115, p.129 - 134, 2017.

FRAZZON, A. P. G. et al. In vitro assessment of Metarhizium anisopliae isolates to control the cattletick Boophilus microplus. **Veterin. Parasitol.**, v. 94, p, 117–125, 2000.

GALVÃO, J. C. C.; BOREM, A.; PIMENTEL, M. A. (Ed.). **Milho: do plantio à colheita**. Editora UFV, 2017.

GONCALVES, J. M. **Eficiência do tratamento de sementes para controle de Dalbulus maidis (DeLong & Wolcott) na cultura do milho: uma revisão bibliográfica**. Bacharel em Engenharia Agrônômica. ARARAS - SP 2021.

KOLLER, W. W. Ocorrência de cigarrinha-das-pastagens e de seu predador natural Salpingogaster nigra Schiner sob o efeito de sombreamento. Campo Grande, **EMBRAPA- CNPQC**, p. 15, 1988.

LAZZARINI, G. M. J. **Efeito da umidade sobre a germinação in vitro de Beauveria bassiana e Metarhizium anisopliae e atividade contra Triatoma infestans**. 2005. 46p. Dissertação (Mestrado em Parasitologia) - Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

LOBATO B. Cigarrinha e enfezamentos do milho desafiam produtores, que devem seguir recomendações de manejo. Produção vegetal. **Transferência de Tecnologia Manejo Integrado de Pragas**. EMBRAPA notícias, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/65316124/cigarrinhaeefeizamentodosmilho-desafiam-produtores-que-devem-seguir-recomendacoesdemanejo#:~:text=Ele%20ressaltou%20que%20o%20manejo,temporariamente%20%20cultivo%20do%20milho>>. Acesso em: 20 jul.2023

MA, J. F.; YAMAJI, N. A cooperative system of silicon transport in plants. **Trends Plant Science**. v. 20, n. 7, p. 435-442, 2015.

MALHOTRA, C. C.; KAPOOR, R.; GANJEWALA, D. Alleviation of abiotic and biotic stresses in plants by silicon supplementation. **Scientia**, v. 13, n. 2, p. 59-73. 2016.

MARCIANO, A. F. et al. Innovative granular formulation of *Metarhizium robertsii* microsclerotia and blastospores for cattle tick control. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 4972, 2021.

MASSEY, F. P.; HARTLEY, S. E. Physical defences wear you down: progressive and irreversible impacts of silica on insect herbivores. **Journal of Animal Ecology**, v. 78, n. 1, p. 281-291, 2009.

MASSOLA JUNIOR, N.S. et al. Quantificação de danos causados pelo enfezamento vermelho e enfezamento pálido do milho em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 136- 142, 1999.

MEHRNEJAD, M. R. Investigation into the overwintering and winter-management of the common pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: aphalaridae), a major pest in pistachio plantations. **Zoology and Ecology**, v. 28, n. 4, p. 384-388, 2018.

MENESES, A. R. et al. **Descoberta de Gonatopus flavipes (Olmi) como um novo parasitóide de Dalbulus maidis (DeLong & Wolcott)**. In: SIMPOSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 13. 2013, Bonito, MS. 2013.

MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO (MAPA). AGROFIT. **Sistema de inseticidas fitossanitários**. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 23 jul. 2023.

MIRANDA, R.A. Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, v. 74, n. 829, p. 24-27, 2018.

MORRISON, W. R. et al. Establishing the behavioral basis for an attract-and-kill strategy to manage the invasive *Halyomorpha halys* in apple orchards. **Journal of Pest Science**, v. 89, n. 1, p. 81-96, 2016.

NAZARALIAN, S. et al. Comparison of silicon nanoparticles and silicate treatments in fenugreek. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 115, p. 25-33, 2017.

NELSON, R. et al. Navigating complexity to breed disease-resistant crops. **Nature Reviews Genetics**, v. 19, n. 1, p. 21, 2018.

OLIVEIRA, A. **Cigarrinha do milho**. 2018. Informativo técnico. Disponível em: <<http://www.nortox.com.br/wp-content/uploads/2018/03/informativoartigo06Alessandro.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2023.

OLIVEIRA, C. M. et al. Controle químico da cigarrinha-do-milho e incidência dos enfezamentos causados por mollicutes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 297-303, 2007.

OLIVEIRA, C. M.; SABATO, E. O. **Doenças em milho**: insetos-vetores, mollicutes e vírus. Brasília, DF: Embrapa, p. 278. 2017.

OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R.; OLIVEIRA, E. Plantas hibernantes para adultos de *Dalbulus maidis* (DeLong e Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) durante a entressafra do milho no Brasil Central. **Revista Internacional de Ciência de Insetos Tropicais**, v. 40, p. 1105-1111, 2020.

OLIVEIRA, C. M. et al. Survival strategies of *Dalbulus maidis* during maize off-season in Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 147, n. 2, p. 141-153, 2013.

OLIVEIRA, E. et al. **Resistência do milho ao enfezamento causado por espiroplasma e ao enfezamento causado por fitoplasma**. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, p. 9.

PICANCO, M. C.; GONRING, A. H. R.; OLIVEIRA, IR de. **Manejo integrado de pragas**. Viçosa, MG: UFV, 146p. 2010.

PINTO, M. R. **Cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) e o complexo dos enfezamentos: características de transmissão, disseminação e controle**. Araras, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13756>>. Acesso em: 23 jul. 2023.

RAO, G. P.; MADHUPRIYA, T. A. K.; DUBEY, D. K. Identification of *Ocimum canum* as possible alternative host of sesame phyllody phytoplasma strain 16Srl-B in India. **Phytopathogenic Mollicutes**, v. 7, n. 1, p. 62-65, 2017.

RIBEIRO, J. M. **Eficiência de controle da cigarrinha-do-milho por dois fungos entomopatógenos, associados com o indutor de resistência K2SiO3, em plantas de Zea mays (var. saccharata) sob condições de campo**. 2018. 34 p. Dissertação (mestrado em Proteção de Plantas). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutai, 2018.

RIBEIRO, L.; CANALE, M. C. Cigarrinha-do-milho e o complexo de enfezamentos em Santa Catarina: panorama, patossistema e estratégias de manejo. **Agropecuária Catarinense**, v. 34, n. 2, p. 22-25, 2021.

ROCHA, L. F. S. et al. **Controle químico da cigarrinha no milho**. Anais do 1º Simpósio de TCC, das Faculdades FINOM e Tecsoma. 2019.

SABATO, E. O. **Manejo do risco de enfezamentos e da cigarrinha no milho**. 2018. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 18p. 2018.

SABATO, E. O.; PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F. T. **Identificação e controle de doenças do milho**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. p. 146. 2013.

SANTANA JUNIOR, P. A. et al. Assessing the impact of climate change on the worldwide distribution of *Dalbulus maidis* (DeLong) using MaxEnt. **Pest management science**, v. 75, n. 10, p. 2706-2715, 2019.

SILVA, L. B. et al. **OCORRÊNCIA DA CIGARRINHA DO MILHO E INCIDÊNCIA DO ENFEZAMENTO NO OESTE BAIANO**. 2017. Universidade Estadual de Goiás, Campus Posse, Curso Superior de Tecnologia em Produção de Grãos, Posse, Goiás, p 32, 2017.

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

SILVA, R.G. et al. Identificação dos níveis e fontes de resistência aos enfezamentos do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p. 18-29, 2002.

SILVA, D. D. et al. **Mollicutes em milho: a diversificação de sistemas de produção pode ser a solução?**. COORDENACAO NEFIT/GESTAO 2017, p. 32, 2017.

SILVEIRA, C. H. **Eficácia de inseticidas no controle de Dalbulus maidis (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) e da transmissão de espiroplasma do milho**. Dissertação. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz. Piracicaba 2019.

STENBERG, J. A. A conceptual framework for integrated pest management. **Trends in plantscience**, v. 22, n. 9, p. 759-769, 2017.

STRAZZI, S. Derivados do milho são usados em mais de 150 diferentes produtos industriais. **Visão Agrícola**, v. 1, n. 13, p. 146-150, 2015.

VILLA, M., SANTOS, S. A. P., MEXIA, A., BENTO, A. & PEREIRA, J. A. **Wild flower resources and insect honeydew are potential food items for Elasmus flabellatus**. 37, 15, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13593-017-0423-0>>. Acesso em: 23 jul. 2023.

ZANCANARI, N.S. **Anatomia e morfologia de plantas de milho com diferentes números de alelos transgênicos**. 2019. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"/ Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal. 2019. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/items/c72aca1d-2856-4f4a-8e2c-4f0fc6b74613>>. Acesso em: 10 ago. 2023.