

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

BRUNA KEVERLEN CARNEIRO MONTEIRO

ASSOCIAÇÃO DE BUPROFEZINA COM INIBIDORES DE ACETILCOLINESTERASE
NO MANEJO DA CIGARRINHA DO MILHO

PONTA GROSSA
2026

BRUNA KEVERLEN CARNEIRO MONTEIRO

ASSOCIAÇÃO DE BUPROFEZINA COM INIBIDORES DE ACETILCOLINESTERASE
NO MANEJO DA CIGARRINHA DO MILHO

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre no Programa de Pós-graduação em
Agronomia da Universidade Estadual de Ponta
Grossa, Área de Manejo Fitossanitário.

Orientador: Prof^o. Dr^o. Orcial Ceolin Bortolotto

PONTA GROSSA
2026

M775 Monteiro, Bruna Keverlen Carneiro
Associação de buprofezina com inibidores de acetilcolinesterase no manejo da cigarrinha do milho / Bruna Keverlen Carneiro Monteiro. Ponta Grossa, 2026. 55 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de Concentração: Fitotecnia e Fitossanidade), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Orcial Ceolin Bortolotto.

1. Dalbulus maidis. 2. Praga do milho. 3. Enfezamento do milho. 4. Manejo químico. I. Bortolotto, Orcial Ceolin. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Fitotecnia e Fitossanidade. III.T.

CDD: 633



BRUNA KEVERLEN CARNEIRO MONTEIRO

**“ASSOCIAÇÃO DE BUPROFEZINA COM INIBIDORES DE ACETILCOLINESTERASE NO
MANEJO DA CIGARRINHA DO MILHO”**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia na Universidade Estadual de
Ponta Grossa, Área de Fitotecnia e Fitossanidade.

Ponta Grossa, 27 de julho de 2026.

Documento assinado digitalmente
 **ORCIAL CEOLIN BORTOLOTTTO**
Data: 02/08/2026 19:57:21-0300
Verifique em <https://validar.jf6.gov.br>

Prof. Dr. Orcial Ceolin Bortolotto
Doutor em Agronomia
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Documento assinado digitalmente
 **ADRIANO THIBES HOSHINO**
Data: 28/07/2026 22:04:08-0300
Verifique em <https://validar.jf6.gov.br>

Prof. Dr. Adriano Thibes Hoshino
Doutor em Agronomia
Universidade Federal do Paraná

Documento assinado digitalmente
 **ALINE POMARI FERNANDES**
Data: 28/07/2026 16:03:14-0300
Verifique em <https://validar.jf6.gov.br>

Profa. Dra. Aline Pomari Fernandes
Doutor em Ciências Biológicas
Universidade Federal da Fronteira Sul

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, por me conceder saúde e perseverança para alcançar os meus objetivos.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, pela oportunidade, estrutura e suporte prestado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal e Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa durante o período de realização do mestrado.

Ao professor Dr. Orcial Ceolin Bortolotto, por todos os ensinamentos, dedicação, apoio e orientação ao longo destes anos.

À minha família, em especial à minha mãe Lucia Krevei, por todo incentivo, ensinamentos e valores que contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Ao meu esposo Bruno Monteiro, por todo amor, compreensão e apoio em todos os momentos.

Aos colegas do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas, que me auxiliaram durante a realização deste trabalho.

Aos funcionários da Fazenda Escola Capão da Onça, por toda ajuda e suporte durante os meus trabalhos no campo.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

MONTEIRO, B. K. C. **Associação de buprofezina com inibidores de acetilcolinesterase no manejo da cigarrinha do milho.** Orientador: Orcial Ceolin Bortolotto. Ponta Grossa, 2026. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2026.

A cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae), é vetora de três principais patógenos que ocasionam o complexo de enfezamentos, responsáveis por danos significativos na cultura do milho nos últimos anos no continente americano. As perdas na produção de grãos decorrentes dessas doenças podem ser superiores a 70%. Devido à complexidade da interação entre a praga, os patógenos e a planta hospedeira, são necessárias medidas integradas de manejo para minimizar os danos ocasionados à cultura do milho. O objetivo deste estudo foi avaliar a associação de inseticida regulador de crescimento (buprofezina) com inibidores de acetilcolinesterase no manejo da cigarrinha-do-milho e do complexo de enfezamentos. Para isso, foram realizados dois experimentos em campo em Ponta Grossa/PR, na safra 2024/2025 na empresa Agro Marochi e na segunda safra 2025 na Fazenda escola Capão da Onça (FESCON). Foram avaliadas a população de cigarrinha-do-milho por planta, a incidência e severidade do complexo de enfezamentos, altura de planta, espiga por planta, diâmetro do colmo, número de fileiras da espiga, número de grãos por fileira da espiga, comprimento, diâmetro e peso da espiga, além do peso de mil grãos (PMG) e produtividade. Em condições de maior ocorrência da praga, a associação entre acefato + buprofezina apresentou uma eficiência de controle de 84,4%, com as menores médias de cigarrinha por planta entre os tratamentos nas avaliações realizadas nos estádios V9 e V10. A associação apresentou uma das menores incidências e severidades dos enfezamentos. Os manejos influenciaram o peso de mil grãos (PMG) e a produtividade. Acefato + buprofezina apresentou produtividade de 9828,13 kg ha⁻¹, com um incremento de 49 sacas ha⁻¹ em relação à testemunha, sendo o maior entre os manejos. Em baixa pressão populacional, a associação entre acefato + buprofezina apresentou um dos maiores números de grãos por fileira, comprimento e diâmetro de espiga, além de peso da espiga de aproximadamente 10% superior ao da testemunha. De forma geral, a associação da buprofezina com o acefato, é uma estratégia que melhora o manejo da cigarrinha-do-milho e permite o incremento de produtividade. Esse estudo evidencia que a associação de inseticidas é fundamental para o sucesso do manejo da praga.

Palavras-chave: *Dalbulus maidis*; praga do milho; enfezamento do milho; manejo químico.

ABSTRACT

MONTEIRO, B. K. C. **Association of buprofezin with acetylcholinesterase inhibitors for managing corn leafhopper**. Advisor: Orcial Ceolin Bortolotto. Ponta Grossa, 2026. Dissertation (Master's in Agronomy) - State University of Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2026.

The corn leafhopper *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae) is a vector of three main pathogens that cause corn stunting complex, responsible for significant damage to corn crops in recent years in the Americas. Grain production losses due to these diseases can exceed 70%. Due to the complex interaction between the pest, pathogens, and host plant, integrated management measures are needed to minimize damage to corn crops. This study aimed to evaluate the association of a growth-regulating insecticide (buprofezin) with acetylcholinesterase inhibitors for managing corn leafhopper and corn stunting complex. Two field experiments were conducted in Ponta Grossa/PR, Brazil, during the 2024/2025 season at Agro Marochi and the second season of 2025 at Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON). We evaluated corn leafhopper population per plant, incidence and severity of corn stunting complex, plant height, ear per plant, stem diameter, number of ear rows, number of grains per ear row, ear length, diameter, and weight, as well as thousand-grain weight (TGW) and yield. Under high pest occurrence, the association of acephate + buprofezin showed 84.4% control efficiency, with the lowest leafhopper averages per plant among treatments at V9 and V10 stages. The association had one of the lowest incidences and severities of stunting. Management practices influenced thousand-grain weight (TGW) and yield. Acephate + buprofezin showed a yield of 9828.13 kg ha⁻¹, with a 49-bag ha⁻¹ increase over the control, the highest among treatments. Under low population pressure, the association of acephate + buprofezin showed one of the highest numbers of grains per row, ear length, and diameter, as well as ear weight approximately 10% higher than the control. Overall, the association of buprofezin with acephate is a strategy that improves corn leafhopper management and increased yield. This study highlights that insecticide association is essential for successful pest management.

Keywords: *Dalbulus maidis*; corn pest; corn stunting; chemical control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados meteorológicos de precipitação mensal acumulada e temperatura registrados entre dezembro e maio, durante a condução do experimento semeado na safra 2024/2025, na estação experimental Agro Marochi. Ponta Grossa/PR.....	26
Figura 2 - Dados meteorológicos de precipitação mensal acumulada e temperatura registrados entre janeiro e junho durante a condução do experimento semeado na segunda safra 2025, na estação experimental FESCON. Ponta Grossa/PR.	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Manejos realizados durante a condução do experimento semeado na safra 2024/2025, de acordo com a finalidade, estágio fenológico da cultura, ingrediente ativo e dose do ingrediente ativo. Ponta Grossa/PR.	26
Tabela 2 - Manejos realizados durante a condução do experimento semeado na segunda safra 2025, de acordo com a finalidade, estágio fenológico da cultura, ingrediente ativo e dose do ingrediente ativo. Ponta Grossa/PR.	26
Tabela 3 - Inseticidas utilizados nos experimentos, ingredientes ativos, doses dos produtos comerciais e dos ingredientes ativos. Ponta Grossa/PR.	27
Tabela 4 - Média populacional de insetos adultos de cigarrinha/planta de milho em diferentes fenologias (n = 40 plantas avaliadas/ tratamento), safra 2024/2025. Ponta Grossa/PR.	32
Tabela 5 - Média populacional de insetos adultos de cigarrinha/planta de milho em diferentes fenologias (n = 40 plantas avaliadas/ tratamento), segunda safra 2025. Ponta Grossa/PR.	32
Tabela 6 - Eficiência média de controle dos tratamentos sobre a população de cigarrinha/planta de milho em diferentes fenologias (n = 40 plantas avaliadas/tratamento), safra 2024/2025. Ponta Grossa	34
Tabela 7 - Eficiência média de controle dos tratamentos sobre a população de cigarrinha/planta de milho em diferentes fenologias (n = 40 plantas avaliadas/tratamento), segunda safra 2025. Ponta Grossa/PR.	35
Tabela 8 - Incidência (%) e severidade (%) dos enfezamentos no milho no estágio fenológico R4 (n = 240 plantas avaliadas/tratamento), safra 2024/2025. Ponta Grossa/PR.	35
Tabela 9 - Incidência (%) e severidade (%) de vírus da risca no milho no estágio fenológico R4 (n = 60 plantas avaliadas/tratamento), segunda safra 2025. Ponta Grossa/PR.	36
Tabela 10 - Altura de planta e diâmetro do colmo da cultura do milho no estágio fenológico R2 (n = 80 plantas avaliadas/tratamento para cada parâmetro), safra 2024/2025. Ponta Grossa/PR.	37
Tabela 11 - Altura de planta e diâmetro do colmo da cultura do milho no estágio fenológico R2 (altura: n = 40; diâmetro: n = 60 plantas avaliadas/tratamento), segunda safra 2025. Ponta Grossa/PR.	37

Tabela 12 - Número de espigas por planta, número de fileiras e número de grãos por fileira da espiga (n = 40 plantas/espigas avaliadas/tratamento para cada parâmetro), safra 2024/2025. Ponta Grossa/PR.....	39
Tabela 13 - Número de espigas por planta, número de fileiras e número de grãos por fileira da espiga (n = 60 plantas/espigas avaliadas/tratamento para cada parâmetro), segunda safra 2025. Ponta Grossa/PR.....	39
Tabela 14 - Comprimento e diâmetro de espiga do milho (n = 60 espigas avaliadas/tratamento para cada parâmetro), segunda safra 2025. Ponta Grossa/PR.	39
Tabela 15 - Peso de mil grãos (PMG), produtividade e ganho em sacas por hectares, safra 2024/2025. Ponta Grossa/PR.....	41
Tabela 16 - Peso da espiga (n = 60 espigas/tratamento) e peso de mil grãos (PMG), segunda safra 2025. Ponta Grossa/PR.	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 ALGUNS ASPECTOS DA CULTURA DO MILHO (<i>Zea mays</i> L.)	14
3.2 CIGARRINHA-DO-MILHO <i>Dalbulus maidis</i>	14
3.3 PATÓGENOS TRANSMITIDOS PELA CIGARRINHA-DO-MILHO	16
3.4 MANEJO DA CIGARRINHA-DO-MILHO	19
3.4.1 Controle químico	21
3.4.2 Organofosforados	21
3.4.3 Carbamatos	22
3.4.4 Inibidores da síntese de quitina	23
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1 LOCALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS	25
4.2 SEMEADURA	25
4.3 TRATOS CULTURAIS	25
4.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	27
4.5 AVALIAÇÃO POPULACIONAL DE CIGARRINHA-DO-MILHO.....	28
4.6 AVALIAÇÃO DO COMPLEXO DE ENFEZAMENTOS	29
4.7 AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESENVOLVIMENTO DA PLANTA.....	29
4.8 AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS PRODUTIVOS DA ESPIGA	30
4.9 PESO DE MIL GRÃOS (PMG) E PRODUTIVIDADE.....	31
4.10 ANÁLISE DOS DADOS	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 POPULAÇÃO DE CIGARRINHA-DO-MILHO	32

5.2 COMPLEXO DE ENFEZAMENTOS	35
5.3 ALTURA DE PLANTA E DIÂMETRO DO COLMO	37
5.4 PARÂMETROS REPRODUTIVOS DA ESPIGA	38
5.5 PESO DE MIL GRÃOS (PMG) E PRODUTIVIDADE.....	40
6 CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

A cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae) é um inseto que possui ampla distribuição geográfica e importância no continente americano (Santana *et al.*, 2019), destacando-se por sua alta capacidade de dispersão e intensa associação com áreas de milho cultivado (Oliveira; Lopes; Nault, 2013). No Brasil, a cigarrinha-do-milho tem se destacado entre as principais pragas da cultura do milho na última década, sendo observados aumentos populacionais e surtos das doenças associadas à praga em diversas regiões do país (Oliveira; Frizzas, 2021). Esse aumento é atribuído principalmente à intensificação ou a sucessão do cultivo da cultura, manejo inadequado e o cultivo de variedades suscetíveis (Pozebon *et al.*, 2022).

O inseto ocasiona danos diretos através do seu hábito alimentar ao sugar a seiva da planta (Virla; Aroaz; Albarracin, 2021), no entanto os maiores prejuízos são decorrentes dos danos indiretos pela transmissão de patógenos causadores de doenças (Oliveira; Querino; Frizzas, 2018). Os três principais patógenos transmitidos incluem as bactérias da classe *Mollicutes*, como *Spiroplasma kunkelii* (CSS) responsável pelo enfezamento pálido, *Maize bushy stunt phytoplasma* (MBSP) causador do enfezamento vermelho, e o vírus *Marafivirus maydis* (MRFV) que ocasiona a doença conhecida como vírus da risca (Oliveira; Sabato; Barros, 2023). Esses patógenos colonizam o floema e interrompem a translocação dos compostos essenciais para o crescimento e o desenvolvimento da planta, o que resulta em perdas de produtividade (Haider *et al.*, 2024; Oliveira *et al.*, 2002).

Para o manejo da cigarrinha-do-milho é fundamental adotar estratégias integradas, com foco na redução populacional do inseto vetor e na minimização dos danos ocasionados pelas doenças (Chandi, 2020; Sabato, 2018; Silva *et al.*, 2024). A resistência varietal é uma alternativa importante para o manejo da praga e redução da severidade das doenças (Dudek *et al.*, 2024; Faria *et al.*, 2022; Oleszczuk *et al.*, 2020). O controle biológico vem sendo estudado como uma estratégia complementar no manejo da cigarrinha, principalmente através do uso de fungos entomopatogênicos (Maia *et al.*, 2025; Maluta; Castro; Lopes, 2023; Ribeiro *et al.*, 2023). No entanto, o controle químico é a ferramenta mais utilizada no manejo da praga (Machado *et al.*, 2024; Moritz *et al.*, 2025).

Entre os grupos químicos registrados para o manejo da cigarrinha-do-milho, os organofosforados e os carbamatos, como o acefato e o metomil, são compostos que atuam por meio da inibição da enzima acetilcolinesterase (AChE), essencial para o funcionamento do

sistema nervoso, ocasionando hiperexcitação e morte do inseto (Araujo *et al.*, 2023; Gupta, 2006). Entretanto, o uso contínuo e irracional desses compostos tem apresentado falhas no controle da praga. No Brasil, um estudo recente relatou diminuição da suscetibilidade do metomil em populações de cigarrinha-do-milho na Bahia (Machado *et al.*, 2024). Essa situação reforça a importância de estratégias complementares no manejo da praga e uma alternativa é a associação de inseticidas com diferentes modos de ação para aumentar a eficácia de controle e reduzir a pressão de seleção para populações resistentes (Levine; Borgert, 2023; Madgwick; Kanitz, 2022; Sparks, 2024).

A buprofezina (tiadiazinona) é um regulador de crescimento que atua na inibição da síntese de quitina, composto essencial na formação da cutícula do inseto. Essa interferência impede que o inseto complete a muda, ocasionando a sua morte nos estágios imaturos (Long *et al.*, 2023; Pan *et al.*, 2024). Esses efeitos são mais pronunciados em fases imaturas, porém há estudos que relatam que o ativo também pode reduzir a longevidade de insetos adultos, a fecundidade e a eclosão dos ovos (Ali *et al.*, 2017; Sohrabi *et al.*, 2011; Ullah *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2018).

Embora o uso da buprofezina seja relatado em estudos voltados ao manejo de outras pragas hemípteras (Fang *et al.*, 2020; Moreno; Nakano, 2002; Sohrabi *et al.*, 2011), há escassez de informações sobre a sua eficiência no manejo da cigarrinha-do-milho, sendo necessários estudos que avaliem os seus efeitos quando associada a outros inseticidas, visando estratégias integradas de manejo.

Dessa forma, este estudo teve como objetivo avaliar a associação do inseticida regulador de crescimento buprofezina com os inibidores da acetilcolinesterase, acefato e metomil, no manejo da cigarrinha-do-milho, buscando reduzir a população da praga, minimizar a incidência e severidade do complexo de enfezamentos e as perdas na produtividade da cultura do milho.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a associação do inseticida regulador de crescimento (buprofezina) com inibidores da acetilcolinesterase no manejo da cigarrinha-do-milho.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar a mortalidade ocasionada pela aplicação dos inseticidas acetafo e metomil, aplicados isoladamente e em associação com a buprofezina, sobre a população da cigarrinha-do-milho;

Verificar o efeito da aplicação dos inseticidas sobre a incidência e severidade do complexo de enfezamentos;

Investigar a influência das aplicações de inseticidas no diâmetro do colmo, altura de planta e número de espigas por planta;

Averiguar a influência da aplicação dos inseticidas sobre o número de fileiras da espiga, número grãos por fileira da espiga, comprimento, diâmetro e peso da espiga, peso de mil grãos (PMG) e produtividade.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ALGUNS ASPECTOS DA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.)

O milho (*Zea mays* L.) possui grande importância no cenário agrícola mundial devido ao elevado potencial produtivo, ao alto valor energético dos grãos e ao amplo uso na indústria, na alimentação humana e animal (Borém; Galvão; Pimentel, 2017). A cultura lidera o ranking global dos principais cereais produzidos, sendo estimado 1,23 bilhões de toneladas de grãos para a safra de 2024/2025 (USDA, 2025).

No Brasil, o milho está entre as culturas de maior importância, sendo cultivado em praticamente todo o território nacional. Para safra 2024/2025, a produção nacional está estimada em 139 milhões de toneladas, com produtividade média de 6,4 t ha⁻¹ e área plantada de 21,5 milhões de hectares. O Paraná ocupa a segunda posição entre os estados produtores, com produção estimada de 20,1 milhões de toneladas, em uma área cultivada de aproximadamente 3,2 milhões de hectares, com produtividade média de 6,6 t ha⁻¹, ficando atrás apenas do estado do Mato Grosso (55,1 milhões de toneladas, produzidas em 7,2 milhões de hectares) (CONAB, 2025).

Ao longo dos anos, a domesticação da cultura do milho através da seleção visual em campo permitiu uma maior produtividade, adaptação e desenvolvimento das demais características dos genótipos que temos disponíveis hoje (Silva *et al.*, 2020). No entanto, a produtividade do milho é frequentemente afetada por fatores bióticos e abióticos, entre os quais se destacam os insetos-praga, cuja ocorrência tem se intensificado com o cultivo sucessivo da cultura, que proporciona maior disponibilidade de alimento ao longo do ano (Oliveira *et al.*, 2014).

3.2 CIGARRINHA-DO-MILHO *Dalbulus maidis*

A espécie *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott, 1923), pertencente à ordem Hemiptera e à família Cicadellidae, é considerada uma praga de grande importância para a cultura do milho no continente americano. A distribuição geográfica da ocorrência da espécie *D. maidis* é ampla, desde o Sul dos Estados Unidos ao norte da Argentina, resultado do prevalente cultivo de milho por toda a região, associado a elevada capacidade de dispersão do inseto (Santana *et al.*, 2019; Triplehorn; Nault, 1985).

O gênero *Dalbulus* possui 13 espécies distribuídas pelo continente americano, sendo *D. maidis* a única de ocorrência e relevância para a cultura do milho no Brasil (Oliveira *et al.*, 2004). No país, o milho é a única planta hospedeira em que a espécie consegue completar o seu ciclo biológico, embora utilize outras gramíneas para alimentação e abrigo durante a entressafra (Oliveira; Frizzas; Oliveira, 2020; Ribeiro; Canale, 2021). Os plantios fora de época, à presença de plantas voluntárias e o cultivo contínuo de culturas suscetíveis, favoreceram a manutenção e o aumento populacional da cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis*, a qual se destaca atualmente como um desafio fitossanitário para a cultura (Pozebon *et al.*, 2022).

O inseto possui cerca de 3,7 a 4,3 mm de comprimento quando adulto, apresenta duas manchas negras na região dorsal da cabeça, corpo com coloração amarelo claro que varia de acordo com o ambiente, sendo mais escuro em altitudes mais elevadas comparado às populações de áreas mais baixas e tropicais (Triplehorn; Nault, 1985). As asas são transparentes com a presença de nervuras e seu comprimento ultrapassa o abdômen. O aparelho bucal é do tipo sugador labial e as antenas são setáceas. As fêmeas são maiores que os machos e ambos possuem duas fileiras de espinhos nas tíbias posteriores, característica da família Cicadellidae (Oliveira; Querino; Fizzas, 2018).

Os insetos adultos são encontrados principalmente na região do cartucho do milho quando as plantas são jovens e em plantas adultas, nas folhas totalmente expandidas. Já as ninfas se alojam preferencialmente na parte abaxial das folhas (Oliveira; Frizzas, 2021). O ciclo de vida da praga é dividido nas fases de ovo, ninfa e adulto, sendo classificados como insetos hemimetábolos com metamorfose incompleta (Rubio; Otero, 2023).

As fêmeas durante o seu ciclo de vida depositam em média 611 ovos de forma endofítica através do seu ovopositor, dentro da nervura central das folhas, ocorrendo posteriormente à eclosão das ninfas que passam por cinco estádios de desenvolvimento até se tornarem insetos adultos (Waquil, 2004). A duração do ciclo biológico de *D. maidis* é influenciado pela temperatura, de modo que temperaturas mais elevadas diminuem a duração de cada instar e do ciclo completo. Sob condições controladas, cada instar teve uma duração média de 3,5 a 5,7 dias, resultando em um ciclo biológico de aproximadamente 29 dias sob temperatura de 35°C e 51 dias a 17,5°C (Van Nieuwenhouve; Frías; Virla, 2015). A longevidade dos insetos adultos mantidos em estudos de laboratório foi em média de 51,4 dias em temperaturas de 26,5±2°C e umidade relativa de 47,5±7,5%, podendo variar conforme a temperatura e cultivar utilizada como planta hospedeira (Waquil *et al.*, 1999).

O efeito da temperatura no desenvolvimento do inseto e a disponibilidade de hospedeiros é o motivo pelo aumento populacional nas épocas mais quentes do ano, pois o desenvolvimento embrionário e a fase ninfal se tornam mais curtos nessas condições (Faris *et al.*, 2024; Foresti *et al.*, 2022; Teixeira *et al.*, 2024). Embora apresente população reduzida durante o inverno, quando as temperaturas são menores e menos propícias para o seu desenvolvimento, ainda é possível encontrar os insetos no campo sobrevivendo em milho voluntário, milho irrigado ou migrando em busca de lavouras de milho de segunda safra (Oliveira; Lopes; Nault, 2013).

Os danos diretos relacionados à cigarrinha-do-milho ocorrem pela sucção da seiva do floema, realizada pela inserção dos estiletes durante a alimentação. Como consequência, ocorre a redução da biomassa, comprometendo o crescimento e ocasionando mortalidade das plantas em condições severas de déficit hídrico, esses danos ocorrem mesmo que não ocorra transmissão de patógenos (Virla; Aroaz; Albarracin, 2021).

Além disso, a cigarrinha excreta um líquido açucarado denominado *honeydew*, que cria condições propícias para o desenvolvimento de fungos associados à fumagina. A interação desses fungos com a secreção desenvolve uma camada escura sobre as folhas, a qual prejudica o processo da fotossíntese (Moreira; Aragão, 2009).

Embora ocasione danos diretos pela sucção da seiva, a importância do inseto para a cultura do milho, tornando-se praga-chave, se diz respeito principalmente pelos danos indiretos ocasionados pela transmissão de patógenos (Oliveira; Frizzas, 2021). Esses patógenos são agentes causais do enfezamento pálido, enfezamento vermelho e vírus da risca, que podem comprometer significativamente a produtividade (Oliveira; Frizzas, 2021), ocasionando perdas superiores a 70% na produção dos grãos (Oliveria *et al.*, 2002; Sabato, 2018; Virla *et al.*, 2004).

3.3 PATÓGENOS TRANSMITIDOS PELA CIGARRINHA-DO-MILHO

A cigarrinha-do-milho é um inseto vetor de patógenos que comprometem o crescimento e o desenvolvimento da planta de milho. O complexo de enfezamentos, termo utilizado para atribuir ao conjunto de doenças transmitidas pela cigarrinha-do-milho, inclui o enfezamento pálido, enfezamento vermelho e o vírus da risca, que podem ocorrer de forma isolada ou simultaneamente nas plantas de milho (Oliveira; Sabato; Barros, 2023; Sabato, 2019). Essas doenças podem comprometer significativamente a produtividade da cultura

(Oliveira; Frizzas, 2021), ocasionando perdas superiores a 70% na produção dos grãos (Oliveria *et al.*, 2002; Sabato, 2018; Virla *et al.*, 2004).

O enfezamento pálido é causado pela bactéria *Spiroplasma kunkelii* (CSS), o enfezamento vermelho pelo *Maize bushy stunt phytoplasma* (MBSP) e o vírus da risca ocasionado pelo *Marafivirus maydis* (MRFV) (Oliveira; Sabato; Barros, 2023). Recentemente, estudos relataram a ocorrência de plantas de milho com mosaico estriado, ocasionado pelo vírus *Maize striate mosaic virus* (MSMV) do gênero Mastrevirus, transmitido pela cigarrinha-do-milho, provavelmente de forma persistente e não propagativa (Posse *et al.*, 2033; Vilanova *et al.*, 2022).

Os patógenos transmitidos por insetos vetores, como bactérias e vírus, colonizam o floema, disseminando-se e interrompendo a translocação de compostos essenciais para o crescimento e desenvolvimento da planta, resultando em doenças e perdas de produtividade (Haider *et al.*, 2024).

As bactérias da classe Mollicutes, responsáveis pelo enfezamento pálido e enfezamento vermelho, são microrganismos procariontes com formato helicoidal que não possuem parede celular, colonizam os tecidos do floema e são transmitidos por insetos vetores (Zhao; Davis; Lee, 2005). Enquanto o *Marafivirus maydis* (MRFV) e o *Maize striate mosaic virus* (MSMV), possuem partículas virais icosaédricas isométricas e geminadas, respectivamente, formato de estruturas que influenciam a transmissão pela cigarrinha e o início da infecção na planta (Fiallo-Ólivé *et al.*, 2021; Mlotshwa *et al.*, 2020).

Ao sugar uma planta infectada durante a alimentação, a cigarrinha-do-milho adquire os patógenos responsáveis pelos enfezamentos e o vírus da risca e então passa a transmiti-los para as plantas sadias de forma persistente e propagativa, ou seja, uma vez infectada, a cigarrinha permanece com os patógenos se multiplicando e circulando em seu corpo até o fim do seu ciclo de vida (Carlioni *et al.*, 2013; Fajardo; Nickel, 2019; Xu *et al.*, 2021).

Após a aquisição dos patógenos ocorre o período de latência, durante o qual os microrganismos colonizam o corpo do inseto. Esse período varia de três a quatro semanas para mollicutes (espiroplasma e fitoplasma) e de uma a seis semanas para vírus, podendo ser influenciado pela fase de desenvolvimento do inseto e por condições ambientais como a temperatura (Costa; Casela; Cota, 2021; Koinuma *et al.*, 2020).

Para que o processo de transmissão ocorra, os patógenos atravessam as camadas do epitélio intestinal do inseto e as células dos túbulos de Malpighi, passam pela hemolinfa e se replicam em diferentes órgãos e tecidos, até atingirem as glândulas salivares do inseto, sendo

então introduzidos no floema da planta com a saliva durante a alimentação (Gasparich, 2010; Hogenhout *et al.*, 2008; Özbek *et al.*, 2003).

O tempo necessário para a aquisição e transmissão dos patógenos pelo inseto é dependente da temperatura e difere entre espiroplasma e fitoplasma. Ao se alimentar de uma planta doente a cigarrinha adquire os patógenos, sendo que a partir de uma hora de alimentação já é suficiente para aquisição do espiroplasma, enquanto a partir de duas horas são necessárias para o fitoplasma (Alivizatos; Markham, 1985; Legrand; Power, 1994). Após adquirir esses patógenos, ocorre o período latente, que dura cerca de 3 a 4 semanas, sendo 17 a 21 dias para espiroplasma e 22 a 26 dias para fitoplasma em condições controladas próximas a 27°C (Nault, 1980). O tempo de inoculação, ou seja, o período em que a cigarrinha precisa se alimentar de uma planta sadia para transmitir os patógenos, é a partir de 1 hora para o espiroplasma e a partir de 30 minutos para o fitoplasma (Alivizatos; Markham, 1985; Legrand; Power, 1994).

Os sintomas e os danos dos enfezamentos são comumente observados no estágio reprodutivo da cultura (Coelho; Landau; Sabato, 2018). O enfezamento pálido, causado por *Spiroplasma kunkelii* (CSS), manifesta-se caracteristicamente através de estrias cloróticas que vão da base ao ápice da folha, podendo apresentar também avermelhamento foliar e em casos mais severos, observam-se redução de tamanho, encurtamento de entrenós, proliferação de espigas ou ausência de estruturas reprodutivas (Oleszczuk *et al.*, 2020).

O enfezamento vermelho, doença ocasionada pela bactéria *Maize bushy stunt phytoplasma* (MBSP), apresenta como sintoma característico intensa coloração avermelhada nas margens das folhas, redução no tamanho, encurtamento dos entrenós, formação de brotos laterais, redução do tamanho das espigas e do rendimento de grãos (Costa; Casela; Cota, 2021; Orlovskis *et al.*, 2016).

O vírus da risca, ocasionado por *Marafivirus maydis* (MRFV), apresenta como sintoma característico a presença de pontos cloróticos próximos à nervura da folha, que se fundem e formam linhas finas com o avanço da doença (Cunha *et al.*, 2023). Os sintomas podem ser observados tanto em plantas jovens quanto em adultas, entre 7 e 14 dias após à infecção (Canale; Nesi; Castilhos, 2023).

Os sintomas do mosaico estriado são manchas irregulares e estrias cloróticas leves nas folhas, além de redução do crescimento. Esses sintomas podem ser observados a partir de 8 a 11 dias após a infecção. A severidade dos sintomas está relacionada ao momento da infecção, sendo que quando ocorre nos estágios iniciais de desenvolvimento, são observados

atrofiamento e espigas deformadas ou improdutivas. Já nos estágios mais tardios, as plantas apresentam menor comprometimento (Shepherd *et al.*, 2009; Vilanova *et al.*, 2022).

O enfezamento pálido e o enfezamento vermelho podem ocorrer de forma isolada ou simultaneamente na planta de milho e no inseto, visto que a cigarrinha tem essa capacidade de transmissão e infecção (Galvão; Sabato; Bedendo, 2020; Oliveira; Landau; Sousa, 2015). Nessa situação os sintomas visuais são difíceis para determinação das doenças, a não ser que os sintomas característicos da infecção por espiroplasma estejam evidentes, como a presença de estrias cloróticas com coloração clara da base ao ápice da folha (Sabato, 2018).

As condições ambientais como temperatura, nível populacional do inseto, tipo de material genético e época de infecção são fatores que influenciam a incidência e severidade das doenças ocasionadas pelos patógenos transmitidos pela cigarrinha-do-milho (Sabato; Landau; Oliveira, 2014). A interação entre o inseto vetor, a planta hospedeira e os patógenos por ele transmitidos apresenta uma elevada complexidade, favorecendo a disseminação e dificultando o seu manejo (Gonella *et al.*, 2019).

3.4 MANEJO DA CIGARRINHA-DO-MILHO

Atualmente, a cigarrinha-do-milho *D. maidis*, é uma praga-chave na cultura do milho, representando um desafio fitossanitário (Oliveira; Frizzas, 2021). Por ser um inseto vetor de patógenos, existe a dificuldade para a determinação do nível de dano econômico (NDE) para a praga, já que a população do inseto não tem relação linear com os danos, pois um único inseto infectado é capaz de disseminar os patógenos para várias plantas (Oliveira *et al.*, 2007).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é uma opção importante para o controle da cigarrinha-do-milho, empregando medidas de controle com base na praga, nas condições ambientais e de acordo com a cultura (Oliveira *et al.*, 2007). Essa abordagem tem como objetivo reduzir a população da praga a níveis que não causem prejuízo econômico, baseando-se na avaliação do ambiente, na correta identificação da praga, no conhecimento sobre a sua biologia e ecologia, no monitoramento da lavoura e do nível de controle (NC) da praga para tomada de decisão mais adequada, mantendo o equilíbrio do ambiente e minimizando o uso de produtos químicos (Gallo *et al.*, 2002; Gullan; Cranston, 2017).

O monitoramento da lavoura constituiu uma etapa fundamental no MIP, pois possibilita identificar a praga, o tamanho da infestação e determinar o momento adequado para intervenção, além de auxiliar nas decisões de replantio (Arnaudov *et al.*, 2012). A

presença da cigarrinha-do-milho costuma ser monitorada por meio da inspeção de armadilhas amarelas adesivas e pela contagem direta dos insetos presentes nas folhas (Carmo *et al.*, 2024).

As estratégias de manejo cultural para a cigarrinha-do-milho, tanto local quanto regional, têm como objetivo diminuir o crescimento e a dispersão populacional do inseto, além de reduzir a disseminação dos patógenos transmitidos. Essas medidas incluem evitar plantios fora de época ou próximo de lavouras infestadas, evitar semeaduras sucessivas em áreas com histórico de alta incidência das doenças e reduzir as perdas de grãos durante a colheita e o transporte, os quais poderão se tornar plantas voluntárias (Oliveira; Frizzas, 2021). A eliminação de plantas voluntárias de milho contribui para reduzir a infestação da cigarrinha-do-milho, pois essas plantas servem de abrigo e fonte de inóculo para os patógenos, aumentando a presença de plantas hospedeiras no campo (Summers; Newton; Opgenorth, 2004).

O uso de genótipos resistentes é uma alternativa importante, pois torna a lavoura menos vulnerável aos patógenos e auxiliam no manejo da praga e na redução da severidade das doenças (Dudek *et al.*, 2021; Faria *et al.*, 2022; Oleszczuk *et al.*, 2020).

O controle biológico para a cigarrinha-do-milho pode ocorrer de forma natural ou por meio da liberação de inimigos naturais que parasitam ovos como, por exemplo, alguns parasitoides das famílias Mymaridae e Trichogrammatidae (Moya-Raygoza, 2024; Virla; Moya-Raygoza; Albarracin, 2013). Quanto aos predadores de ninfas e/ou adultos, incluem-se aranhas, crisopídeos, moscas das flores, percevejos assassinos, joaninhas e vespas (Macarena *et al.*, 2025).

O uso de microrganismo para o controle da cigarrinha-do-milho se baseia em fungos entomopatogênicos como *Beauveria bassiana*, *Cordyceps fumosorosea* e *Metarhizium anisopliae*, registrados para o controle da praga (AGROFIT, 2026). Entretanto, embora os fungos entomopatogênicos tenham grande potencial, existem limitações que influenciam sua eficácia no controle de pragas, como as condições climáticas. Sendo assim, constituem uma alternativa complementar dentro do MIP, mas não estratégia única adotada (Skinner; Parker; Kim, 2014; Vivekanandhan; Alford; Krutmuang, 2024).

Para o manejo químico da cigarrinha-do-milho há produtos registrados para aplicações via pulverização foliar e tratamento de sementes (AGROFIT, 2026). Embora seja um dos métodos mais utilizados, a disponibilidade limitada de produtos aliadas ao uso irracional pode favorecer a evolução de resistência e desequilíbrios ambientais, se tornando um desafio no

manejo de pragas (Sparks, 2024). Portanto, é fundamental a integração de estratégias para o manejo considerando o comportamento da praga, a disseminação dos patógenos e as condições do ambiente de cultivo, já que medidas isoladas não são suficientes para o controle de insetos vetores (Chandi, 2021).

3.4.1 Controle químico

O controle químico é amplamente utilizado para o manejo da cigarrinha-do-milho, com foco na diminuição da população do vetor e a transmissão dos patógenos, podendo ser realizado através do tratamento de sementes ou aplicação em parte aérea das plantas (Ávila *et al.*, 2022). Entretanto, o tratamento de sementes apresenta baixo efeito residual, sendo necessárias medidas complementares como aplicações de inseticidas em parte aérea das plantas (Castilhos; Canale, 2025).

Estudos demonstram que os estádios iniciais de desenvolvimento da cultura correspondem ao período de maior suscetibilidade da planta às doenças associadas, resultando em maiores danos à produtividade (Neves *et al.*, 2022; Redoan *et al.*, 2025). Entretanto, o limite de aplicações de inseticidas, de acordo com dias ou o estágio fenológico, ainda não está definido. Contudo, os danos ocasionados pelas doenças são menores conforme a idade da cultura avança, pois os patógenos não dispõem de tempo suficiente para se multiplicar e causar prejuízos significativos no rendimento (Oliveira; Frizzas, 2021).

Atualmente, constam-se 136 produtos químicos registrados no MAPA para o manejo da cigarrinha-do-milho. Esses produtos pertencem majoritariamente aos grupos químicos dos neonicotinoides, organofosforados, carbamatos e piretróides, que podem ser classificados de acordo com o seu modo de ação, ou seja, a forma como afetam o sistema nervoso ou determinados processos fisiológicos do inseto. Os produtos registrados podem ser utilizados no tratamento de sementes ou em aplicações foliares, sendo disponibilizados em formulações com ingrediente ativo isolado ou em misturas, com o objetivo de ampliar o espectro de ação e aumentar a eficácia no manejo (AGROFIT, 2026).

3.4.2 Organofosforados

Os organofosforados (OFs) são um grupo químico de inseticidas que possuem um amplo espectro de ação, atuando sobre uma grande variedade de pragas agrícolas. Sua ação

ocorre por contato, quando o produto é absorvido pela cutícula do inseto através do contato com a planta tratada ou por ingestão, quando o inseto se alimenta do tecido contaminado (Shekhar *et al.*, 2024).

Além da presença de outros compostos dependendo da molécula, a sua estrutura química é composta por fósforo, elemento essencial para o seu modo de ação, que está intimamente ligada à capacidade de reatividade com grupos hidroxila presentes na acetilcolinesterase (AChE), enzima fundamental para o funcionamento do sistema nervoso do inseto (Aroniadou-Anderjaska *et al.*, 2023). Ao inibir a AChE, ocorre o acúmulo de acetilcolina na sinapse entre os dois neurônios, o que resulta em hiperestimulação nervosa, pela estimulação contínua e descontrolada dos neurônios, ocasionando paralisia muscular e a morte do inseto (Abubakar *et al.*, 2020).

Os inseticidas pertencentes a essa classe são biodegradáveis e com menor impacto ambiental quando usados de forma adequada, característica ligada a rápida degradação no solo (Abubakar *et al.*, 2020; Shekhar *et al.*, 2024). Entretanto, apesar da eficácia contra os insetos, o uso incorreto e generalizado pode favorecer o surgimento de resistência em populações de insetos e causar toxicidade a espécies não-alvo, reforçando a importância de seguir corretamente as doses e aplicações recomendadas na bula, além de implementar outras prática de manejo integrado de pragas (MIP) (Araújo; Castanheira; Sousa 2023; Badr, 2020).

3.4.3 Carbamatos

Os carbamatos são um grupo de inseticidas químicos à base do ácido carbâmico ligado a diferentes radicais orgânicos (Colovic *et al.*, 2013). Possuem ação tanto por contato pela cutícula, quanto por ingestão quando o inseto se alimenta da planta tratada pelo químico (Yadav; Devi, 2017).

Assim como os organofosforados, os carbamatos possuem ação inibitória sobre a acetilcolinesterase (AChE) afetando o sistema nervoso levando a paralisia e morte do inseto, mas a diferença é que essa ação é reversível para os carbamatos e irreversível para organofosforados (Colovic *et al.*, 2013).

Carbamatos são degradados no ambiente por fatores abióticos (hidrólise, fotodegradação e adsorção) e bióticos (ação de microrganismos), conferindo-lhes menor persistência ambiental, e apesar da degradação ocorrer de forma rápida, esses compostos apresentam alta toxicidade aguda a organismos não-alvo, devido a sua ação inibidora da AChE,

sendo fundamental seu uso racional para minimizar os impactos ao ecossistema (Malhotra; Kaur; Phale, 2021). Os carbamatos são importantes no manejo da praga, mas seu uso deve estar integrado ao manejo integrado de pragas (MIP), aplicado de forma racional e em rotação com outros grupos químicos (Dias *et al.*, 2025; Maia *et al.*, 2025).

3.4.4 Inibidores da síntese de quitina

Os inseticidas que atuam no crescimento e desenvolvimento dos insetos constituem um grupo funcional de inseticidas sendo definidos de acordo com o modo de ação, atuando durante o crescimento e desenvolvimento dos insetos pela interferência nos processos fisiológicos e metabólicos (Kumar; Singh, 2024). Dentro dessa categoria, incluem-se os inibidores da síntese de quitina, compostos que impedem a formação adequada da cutícula, que é uma estrutura essencial para a proteção e para o processo da ecdise (Pan *et al.*, 2024). Quando o inseto é exposto a esse tipo de inseticida pode morrer imediatamente ou durante o processo da troca de cutícula, tendo dificuldade para se desprender da cutícula antiga. Porém, se conseguir completar o processo da troca apresentará uma nova cutícula fragilizada e consequentemente, grandes possibilidades de ferimentos, resultando em morte precoce (Gullan; Cranston, 2017).

De acordo com o Comitê de Ação de Resistência a Inseticidas (IRAC), o ativo buprofezina está classificado no grupo 16, como inibidor da biossíntese de quitina tipo 1 (CHS1). A quitina sintase 1 (CHS1) é expressa nas células epidérmicas do inseto que sintetizam a quitina para a formação da cutícula no exoesqueleto (Arakane *et al.*, 2005). A troca da cutícula por uma nova é fundamental para o crescimento e o desenvolvimento do inseto, processos que são comprometidos quando a biossíntese da quitina é inibida (Merzendorfer; Zimoch, 2003).

A buprofezina possui ação por contato sendo absorvida pela cutícula quando o inseto é exposto à planta tratada pelo ativo e ou ainda por inalação do vapor (De Cock *et al.*, 1990). O composto é utilizado no controle de diversas pragas sugadoras da ordem Hemiptera, incluindo cochonilhas, cigarrinhas e mosca-branca (Kumar *et al.*, 2020; Long *et al.*, 2023; Sequeira; Khan; Redi, 2020).

Os efeitos da buprofezina são observados nos insetos durante os estágios juvenis, já que nesse período ocorre a muda, processo que é diretamente afetado pelo inseticida (Marchi; Smith, 2021; Prabhaker; Toscano, 2007). Embora esses efeitos sejam mais pronunciados em

fases imaturas, estudos relatam que o ativo também pode reduzir a longevidade de insetos adultos, a fecundidade e a eclosão dos ovos quando expostos a determinadas doses do produto (Ali *et al.*, 2017; Sohrabi *et al.*, 2011; Ullah *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2018).

Os inseticidas reguladores de crescimento, que atuam no crescimento e desenvolvimento dos insetos, possuem baixa toxicidade para organismos não-alvo, incluindo mamíferos e vertebrados, além de possuírem especificidade para insetos-alvos, sendo considerados seletivos (Mari; Guerreiro, 2015). Além disso, eles não apresentam rápido efeito na eliminação dos insetos, porém a exposição prolongada a esses compostos interfere no crescimento e desenvolvimento, o que interrompe em parte o aumento populacional do inseto alvo (Masih; Ahmad, 2019; Mondal; Parween, 2000). A característica de seletividade e especificidade ao alvo e estágio, torna os reguladores de crescimento uma estratégia compatível dentro do manejo integrado de pragas (Tunaz; Uygun, 2004).

Devido ao seu modo de ação distinto dos neurotóxicos, a buprofezina representa uma alternativa importante no controle químico, complementando o efeito dos grupos que afetam o sistema nervoso do inseto. Assim, a combinação de inseticidas com diferentes modos de ação é uma alternativa recomendada para aumentar a eficácia no manejo de insetos, aumentar a mortalidade dos insetos, prolongar o efeito residual e retardar a evolução da resistência (Chong; Klingeman; Hale, 2023).

Embora o uso da buprofezina seja relatado em estudos voltados ao manejo de outras pragas hemípteras (Fang *et al.*, 2020; Moreno; Nakano, 2002; Sohrabi *et al.*, 2011), há escassez de informações sobre sua eficiência no manejo da cigarrinha-do-milho, sendo necessários estudos que avaliem os seus efeitos quando combinada a outros inseticidas, visando estratégias mais integradas de manejo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos foram conduzidos em dois locais no município de Ponta Grossa, no estado do Paraná. O primeiro experimento foi realizado na estação experimental da empresa Agro Marochi, localizada nas coordenadas geográficas 25° 04' 58.0" de latitude Sul e 50° 13' 16.5" de longitude Oeste, a 920 metros de altitude. O segundo experimento foi conduzido em uma área experimental da Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON), pertencente à Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), situada nas coordenadas geográficas 25°05'50.4" de latitude Sul e 50°03'07.0" de longitude Oeste, a 1024 metros de altitude.

4.2 SEMEADURA

A semeadura da cultura do milho foi realizada em sistema de plantio direto utilizando, em cada safra, híbridos adaptados às condições edafoclimáticas e com importância econômica para a região.

No experimento conduzido na safra 2024/2025 foi utilizado o híbrido AG 9021 PRO3, com tolerância genética moderada ao complexo de enfezamentos, semeado em 26/12/2024 com espaçamento entre linhas de 0,50 metros e uma população de 70000 plantas ha⁻¹.

Na segunda safra em 2025, foi utilizado o híbrido AS 1868 PRO4, com tolerância genética moderada ao complexo de enfezamentos, semeado em 07/01/2025, com espaçamento entre linhas de 0,45 metros e uma população de 73000 plantas ha⁻¹.

4.3 TRATOS CULTURAIS

Durante a condução dos experimentos foram realizados os tratos culturais de acordo com a necessidade da cultura. Na safra 2024/2025, para a adubação de base foi utilizado 320 kg ha⁻¹ de fertilizante NPK (08-20-20) e na segunda safra em 2025, foi aplicado 200 kg ha⁻¹ de NPK (10-20-20). Foram realizadas adubação foliar, adubação nitrogenada e aplicações para o controle de plantas daninhas, doenças fúngicas e pragas como lagartas e percevejos, para evitar interferências na condução dos experimentos (Tabela 1 e 2).

Tabela 1 - Manejos realizados durante a condução do experimento semeado na safra 2024/2025, de acordo com a finalidade, estágio fenológico da cultura, ingrediente ativo e dose do ingrediente ativo. Ponta Grossa/PR.

Estádio fenológico	Finalidade	Ingrediente ativo	Dose i.a. (L ha ⁻¹ / kg ha ⁻¹)
V2	Adubação nitrogenada	Ureia (46% N)	250
V6		Ureia (46% N)	150
V10	Adubação foliar	Aminoácido (0,25% Mo + 0,26% B)	2,0
V2	Controle de plantas daninhas	Atrazina + tembotriona	4,0 + 0,24
V2; V6	Controle de percevejos e lagartas	Etiprole + espinetoram	1,0 + 0,1
V2	Controle de lagartas	Espinetoram + indoxacarbe	0,1 + 0,4
V3	Controle de percevejos	Etiprole	1,0
V4; V8; V10	Controle de lagartas	Espinetoram	0,1
V6	Controle de doenças fúngicas	(Impirfluxam + proticonazol) + éster metílico de óleo de soja	0,4 + 0,25% v/v
V8; V10; VT; R1		Mancozeb + (difenoconazole + pidiflumetofem) + óleo mineral	2,0 + 0,6 + 0,25

Nota: Estádios fenológicos da cultura do milho segundo a escala de Ritchie, Hanway e Benson (1993).
Fonte: A autora.

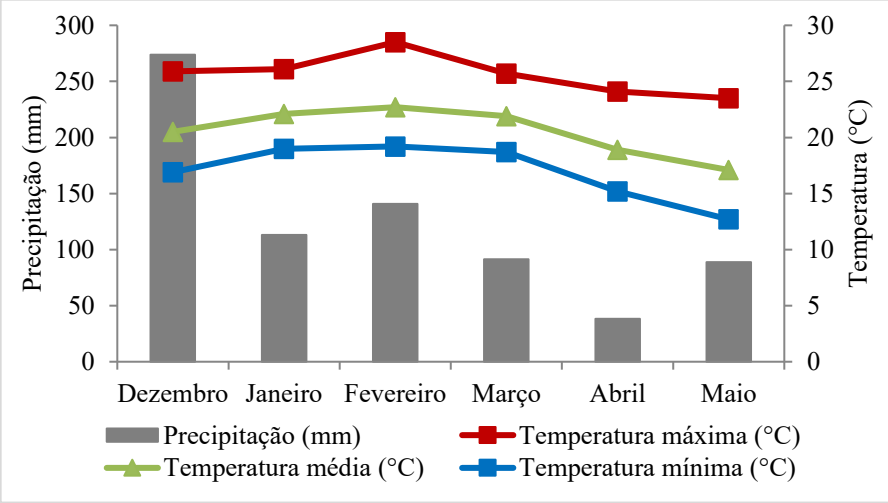
Tabela 2 - Manejos realizados durante a condução do experimento semeado na segunda safra 2025, de acordo com a finalidade, estágio fenológico da cultura, ingrediente ativo e dose do ingrediente ativo. Ponta Grossa/PR.

Estádio fenológico	Finalidade	Ingrediente ativo	Dose i.a. (L ha ⁻¹ / kg ha ⁻¹)
V4; V6	Adubação nitrogenada	Ureia (46% N)	150
V4	Controle de plantas daninhas	Atrazina + glifosato	6,0 + 1,0

Nota: Estádios fenológicos da cultura do milho segundo a escala de Ritchie, Hanway e Benson (1993).
Fonte: A autora.

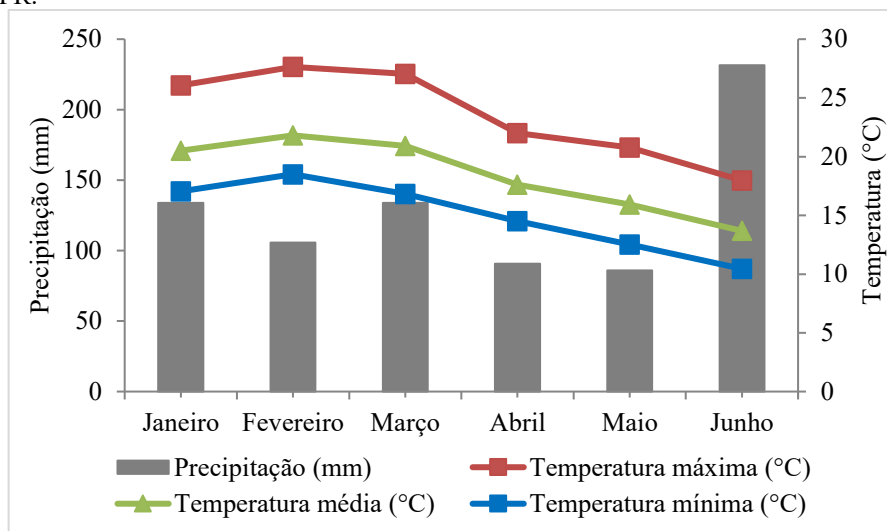
Os dados meteorológicos de acordo com a safra de cada experimento, obtidos das estações meteorológicas da Agro Marochi e Fescon, estão apresentados nas Figuras 1 e 2.

Figura 1 - Dados meteorológicos de precipitação mensal acumulada e temperatura registrados entre dezembro e maio, durante a condução do experimento semeado na safra 2024/2025, na estação experimental Agro Marochi. Ponta Grossa/PR.



Fonte: Estação meteorológica Agro Marochi, 2024/2025.

Figura 2 - Dados meteorológicos de precipitação mensal acumulada e temperatura registrados entre janeiro e junho durante a condução do experimento semeado na segunda safra 2025, na estação experimental FESCON. Ponta Grossa/PR.



Fonte: Estação meteorológica BASF - FESCON, 2025.

4.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Na safra 2024/2025, o experimento realizado na estação experimental da empresa Agro Marochi foi conduzido em cinco faixas com oito repetições dentro de cada faixa. Cada faixa possuía 40 metros de comprimento e 20 metros de largura, totalizando 800 m², sendo aplicado um tratamento por faixa.

O experimento realizado na segunda safra de 2025, realizado na FESCON, foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. As parcelas possuíam 10,67 metros de comprimento e 10 metros de largura, totalizando 106,7 m².

Os tratamentos foram compostos por: 1) testemunha (sem aplicações); 2) aplicação de acefato; 3) aplicação de metomil; 4) aplicação de acefato + buprofezina; 5) aplicação de metomil + buprofezina. Os inseticidas utilizados, seus ingredientes ativos, doses dos produtos comerciais e dos ingredientes ativos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 3 - Inseticidas utilizados nos experimentos, ingredientes ativos, doses dos produtos comerciais e dos ingredientes ativos. Ponta Grossa/PR.

Nome comercial	Ingrediente ativo	Dose i.a. (L ha ⁻¹ / kg ha ⁻¹)	Dose P.C. (L ha ⁻¹ / kg ha ⁻¹)
Magnum®	Acefato	970	1000
Upmyl®	Metomil	215	600
Fiera®	Buprofezina	150	600

Fonte: A autora.

Os tratamentos com inseticidas foram aplicados por meio de pulverização da calda inseticida sobre a parte aérea das plantas, utilizando pulverizador pressurizado com cilindro de CO₂, equipado com barra contendo seis bicos jato leque plano padrão (Jacto AXI 110.02), regulado à pressão de 2,0 kgf cm⁻², vazão constante de 150 L ha⁻¹ e velocidade de deslocamento de 1 m s⁻¹.

As aplicações dos tratamentos iniciaram assim que foi detectada a presença da cigarrinha-do-milho na área por meio do monitoramento com armadilhas amarelas e inspeção visual das plantas. As pulverizações foram realizadas semanalmente, nas primeiras horas do dia, iniciando no estágio fenológico V2 (duas folhas completamente expandidas) até o V8. No total, foram realizadas quatro aplicações em ambos os experimentos. Nos tratamentos associados, a buprofezina foi adicionada apenas nas aplicações realizadas quando as plantas estavam nos estádios fenológicos V4 e V6, com intervalo de sete dias e seguindo a recomendação da bula de no máximo duas aplicações.

4.5 AVALIAÇÃO POPULACIONAL DE CIGARRINHA-DO-MILHO

As avaliações da contagem de cigarrinhas-do-milho por planta foram realizadas semanalmente três dias após cada aplicação e aos dez dias após a quarta e última aplicação, com o objetivo de avaliar o efeito dos tratamentos sobre a população de *D. maidis* em cada tratamento. Para essa avaliação foi seguido a metodologia proposta por Silva *et al.* (2021), que consiste na inspeção visual da região do cartucho das plantas contabilizando todas as ninfas e adultos de cigarrinha-do-milho presentes de forma cuidadosa, devido a agilidade do inseto em abandonar a planta na presença de qualquer movimento.

Na safra 2024/2025, foram avaliadas 5 plantas aleatórias por repetição (n = 40 plantas/tratamento), enquanto na segunda safra 2025 foram avaliadas 10 plantas por parcela (n = 40 plantas/tratamento). Priorizando as plantas presentes nas linhas centrais de cada parcela. Após a contagem, foi calculado a média de cigarrinha por planta em cada parcela, para comparar o nível populacional entre os tratamentos.

Com os dados de todas as avaliações, foi realizado o cálculo da média geral de cigarrinhas por planta e da eficiência de controle dos tratamentos por meio da fórmula de Abbott (1925):

$$\text{Eficiência (\%)} = \frac{T-t}{T} \times 100$$

Onde T é a média de insetos presentes na testemunha e t a média de insetos observados no tratamento.

4.6 AVALIAÇÃO DO COMPLEXO DE ENFEZAMENTOS

Quando as plantas estavam no estágio fenológico R4, foram avaliadas a incidência (%) e severidade (%) do enfezamento pálido, enfezamento vermelho e vírus da risca, através da análise visual dos sintomas foliares seguindo a metodologia adaptada de Silva *et al.* (2003). Para essa avaliação foram analisadas plantas aleatórias presentes nas linhas centrais de cada parcela. Em cada planta analisada foi registrado a presença dos sintomas visuais das doenças, o número total de folhas e a quantidade de folhas sintomáticas.

Na safra 2024/2025 foram avaliadas 30 plantas aleatórias por repetição (n = 240 plantas/tratamento). Na segunda safra 2025 foram avaliadas 15 plantas aleatórias por parcela (n = 60 plantas/tratamento). Com esses dados, a incidência e a severidade foram calculadas por meio das fórmulas apresentadas a seguir:

$$\text{Incidência (\%)} = \frac{\text{número de plantas sintomáticas}}{\text{número de plantas avaliadas}} \times 100$$

$$\text{Severidade (\%)} = \frac{\text{número de folhas sintomáticas}}{\text{número de folhas avaliadas}} \times 100$$

4.7 AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESENVOLVIMENTO DA PLANTA

Quando as plantas estavam no estágio fenológico R5, foram realizadas as avaliações de altura de planta, número de espiga por planta e diâmetro do colmo em plantas aleatórias presentes nas linhas centrais de cada parcela. Na safra 2024/2025 foram avaliadas 10 plantas por repetição (n = 80 plantas/tratamento) e na segunda safra 2025, 15 plantas por parcela (n = 60 plantas/tratamento).

A avaliação da altura de planta (m) foi realizada por meio da medição do solo até o ápice do pendão da planta utilizando uma régua. O número de espigas por planta foi determinado pela contagem visual das espigas presentes nas plantas avaliadas.

Para a avaliação do diâmetro do colmo, foram realizadas as medições do diâmetro maior e menor do segundo entrenó acima do solo com um paquímetro digital. Com essas medidas, foi realizado o cálculo da circunferência do colmo utilizando a fórmula de Ramanujan (Ramanujan, 1914) para elipse:

$$h = \frac{(a-b)^2}{(a+b)^2}$$

$$P \approx \pi (a+b) \left[1 + \frac{3h}{10 + \sqrt{4-3h}} \right]$$

Onde h é um parâmetro da diferença entre os eixos, a se refere ao diâmetro maior, b ao diâmetro menor e P ao perímetro da elipse.

4.8 AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS PRODUTIVOS DA ESPIGA

Quando o milho atingiu a maturidade fisiológica, no estágio fenológico R6, foi realizada a colheita manual das espigas das duas linhas centrais de cada parcela. Foram realizadas as avaliações do número de fileiras e grãos por fileiras da espiga em ambos os experimentos. Na segunda safra 2025 foram adicionadas as avaliações de peso, comprimento e diâmetro de espiga. Foram utilizadas espigas aleatórias da colheita para as avaliações, sendo 5 espigas aleatórias de cada repetição (n = 40 espigas/tratamento) na safra 2024/2025 e 15 espigas aleatórias por parcela (n = 60 espigas/tratamento) na segunda safra 2025.

Primeiramente, foi retirada a palha das espigas e em seguida cada unidade foi pesada em balança analítica. O comprimento de espiga foi realizado pela medição da base até a ponta. O diâmetro foi realizado pela medição da região central da espiga utilizando um paquímetro digital.

Simultaneamente, foram avaliados o número de fileiras e grãos por fileiras nas mesmas espigas. Para a avaliação do número de fileiras foram contadas todas as fileiras presentes na espiga. Para o número de grãos por fileiras foi escolhida uma fileira representativa em cada espiga e contados todos os grãos.

4.9 PESO DE MIL GRÃOS (PMG) E PRODUTIVIDADE

Foi estimado o peso de mil grãos (PMG) a partir de duas subamostras de 100 grãos de cada tratamento. Cada subamostra foi pesada em balança analítica e em seguida foi calculado a média, convertida para 1000 grãos e corrigida a umidade para 13%.

Para determinar a produtividade foi realizada a colheita manual das espigas presentes em cinco metros das duas linhas centrais de cada parcela. As espigas foram trilhadas e em seguida os grãos foram pesados em balança analítica. A umidade dos grãos foi corrigida para 13% e o peso extrapolado para kg ha^{-1} .

4.10 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) após a verificação dos pressupostos de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade pelo teste de Levene. Quando necessário, os dados foram transformados para atender aos pressupostos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para a análise dos dados foi utilizado o software estatístico SAS Studio (SAS Institute, 2023).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 POPULAÇÃO DE CIGARRINHA-DO-MILHO

Durante a condução dos estudos observou-se uma variação da população de cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* de forma distinta nos experimentos, conforme a realização das aplicações e o avanço do estágio fenológico da cultura (Tabela 4 e 5).

Tabela 4 - Média populacional de insetos adultos de cigarrinha/planta de milho em diferentes fenologias (n = 40 plantas avaliadas/ tratamento), safra 2024/2025. Ponta Grossa/PR.

Tratamento	Estádio fenológico do milho					Média geral	Eficiência média de controle (%)
	V3	V5	V7	V9	V10		
Testemunha	0,5 ^{ns}	0,4 ^{ns}	2,8 a	4,7 a	4,4 a	2,5 a	0,0
Acefato	0,3	0,2	1,5 bc	0,8 c	1,6 bc	0,9 c	65,7
Metomil	0,3	0,3	1,6 b	1,5 b	2,1 b	1,1 b	55,4
Acefato + buprofezina	0,2	0,2	0,9 c	0,4 d	0,4 d	0,4 d	84,4
Metomil + buprofezina	0,3	0,2	0,8 c	0,9 c	1,1 c	0,6 c	74,5
CV (%)	16,13	14,79	11,91	9,21	8,94	5,43	-
P- valor	0,2179	0,4947	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	-

Fonte: A autora.

Notas: As avaliações nos estádios V3, V5, V7 e V9 foram realizadas aos 3 dias após cada aplicação; a avaliação em V10 foi realizada aos 10 dias após a quarta aplicação. Os dados foram transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$ para atender aos pressupostos da análise. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; ns: não significativo.

Tabela 5 - Média populacional de insetos adultos de cigarrinha/planta de milho em diferentes fenologias (n = 40 plantas avaliadas/ tratamento), segunda safra 2025. Ponta Grossa/PR.

Tratamento	Estádio fenológico do milho				Média geral	Eficiência média de controle (%)
	V5	V6	V8	V9		
Testemunha	1,2 ^{ns}	0,5 ^{ns}	1,0 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0
Acefato	0,9	0,7	0,3	0,6	0,6	33,3
Metomil	1,2	0,6	0,3	0,7	0,7	22,2
Acefato + buprofezina	0,8	0,8	0,2	0,8	0,6	33,3
Metomil + buprofezina	1,1	0,5	0,3	0,9	0,7	22,2
CV (%)	9,63	17,25	25,04	14,32	9,63	-
P- valor	0,2786	0,8784	0,2153	0,8278	0,6762	-

Fonte: A autora.

Notas: As avaliações nos estádios V5, V6 e V8 foram realizadas aos 3 dias após cada aplicação; a avaliação em V9 foi realizada aos 10 dias após a quarta aplicação. Os dados foram transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$ para atender aos pressupostos da análise. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; ns: não significativo.

Nas avaliações da contagem de cigarrinha-do-milho por planta, não foram observadas ninfas na safra 2024/2025. Porém, na segunda safra 2025 foram observadas apenas oito ninfas

durante as quatro avaliações realizadas, não sendo incluídas na contagem dos insetos adultos devido à baixa ocorrência.

Na safra 2024/2025, foi observado um aumento gradual da população de cigarrinha-do-milho com as menores médias de insetos por planta nas duas primeiras avaliações, nos estádios fenológicos V3 e V5, com aumento nos estádios seguintes, atingindo um pico populacional em V10. Na segunda safra 2025, a média populacional de cigarrinha por planta permaneceu baixa durante todas as avaliações realizadas, não sendo observada influência dos manejos na redução populacional em comparação com a testemunha. Sendo assim, nessa safra a avaliação da contagem de cigarrinha por planta foi realizada apenas a partir da segunda aplicação dos tratamentos.

Carvalho *et al.* (2026), observaram uma maior presença de insetos adultos de *D. maidis* a partir do estágio V5. Os autores relataram uma correlação positiva entre a quantidade de insetos adultos e o estágio fenológico da cultura. O aumento populacional de cigarrinhas do milho com o avanço do estágio fenológico pode ser atribuído a capacidade migratória do inseto, passando de lavouras velhas em busca de novas plantas de milho e da quantidade de plantas hospedeiras presentes na área ou ao redor dela (Oliveira *et al.*, 2013; Oliveira *et al.*, 2015). Esse comportamento foi observado apenas na safra 2024/2025, em que houve um aumento populacional com o avanço dos estádios fenológicos, possivelmente relacionado com a maior presença de plantas hospedeiras observadas nas proximidades durante a condução do experimento, que podem ter influenciado a dispersão dos insetos.

Além da disponibilidade de plantas hospedeiras, as condições ambientais como temperatura e precipitação, podem influenciar a dinâmica populacional da cigarrinha-do-milho. Foresti *et al.* (2022), observaram em condições de campo, uma maior densidade populacional da praga em temperaturas médias entre 24 e 26°C, enquanto maiores precipitações diminuíram a ocorrência do inseto. Durante a condução dos experimentos, as avaliações populacionais de cigarrinha por planta foram realizadas entre janeiro e fevereiro. Apesar da similaridade na temperatura média entre os experimentos, as diferenças na precipitação durante os períodos (Figuras 1 e 2) podem ter influenciado a ocorrência da praga. Na safra 2024/2025, as avaliações ocorreram entre 10 de janeiro e 7 de fevereiro, enquanto na segunda safra 2025 ocorreram entre 30 de janeiro e 20 de fevereiro. A maior densidade populacional do inseto foi observada na safra 2024/2025, em que as avaliações ocorreram principalmente em um período de menor precipitação (113,1 mm), enquanto na segunda safra 2025 as avaliações ocorreram em um período de maior ocorrência de chuvas (133,8 mm).

Na safra 2024/2025, os manejos reduziram a população de cigarrinha-do-milho a partir da terceira avaliação, no estágio fenológico V7, em comparação com a testemunha. As menores médias de insetos por planta nesse estágio foram observadas nos tratamentos com acefato + buprofezina e metomil + buprofezina. Nos estádios V9 e V10, assim como na média geral, a redução da população se manteve, com o tratamento com acefato + buprofezina apresentando as menores médias de cigarrinha por planta, com eficiência de controle de 84,4% entre os tratamentos avaliados. Nesses estádios, os tratamentos com metomil + buprofezina, acefato e metomil também apresentaram redução populacional em relação à testemunha, com eficiência de controle de 74,5, 65,7 e 55,4%, respectivamente.

Ulla *et al.* (2019), ao estudarem em laboratório o impacto dos efeitos de baixas concentrações letais da buprofezina sobre o hemíptero pulgão do melão (*Aphis gossypii*), observaram redução na fecundidade e longevidade, além de atraso no estágio de desenvolvimento e no crescimento populacional da geração seguinte. Assim, o desempenho observado nos tratamentos com o ativo buprofezina nesse experimento, pode estar relacionado ao efeito da combinação de modos de ação distintos, estratégia de manejo recomendada para aumentar a mortalidade dos insetos, prolongar o efeito residual e retardar a evolução da resistência (Chong; Klingeman; Hale, 2023).

Relacionado à eficiência de controle dos manejos ao longo do tempo, na safra 2024/2025 o tratamento com acefato + buprofezina apresentou eficiência acima de 80% nos estádios V9 e V10, aos 3 e 10 dias após a quarta e última aplicação, respectivamente (Tabela 6). Enquanto na segunda safra 2025, o tratamento com acefato + buprofezina apresentou eficiência de controle de 80% apenas na terceira avaliação realizada no estágio V8, aos 3 dias após a quarta e última aplicação (Tabela 7).

Tabela 6 - Eficiência média de controle dos tratamentos sobre a população de cigarrinha/planta de milho em diferentes fenologias (n = 40 plantas avaliadas/tratamento), safra 2024/2025. Ponta Grossa

Tratamento	Estádio fenológico do milho					EC geral (%)
	V3	V5	V7	V9	V10	
Testemunha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acefato	40,0	50,0	46,4	83,0	63,6	65,4
Metomil	40,0	25,0	42,9	68,1	52,3	55,5
Acefato + buprofezina	60,0	50,0	67,9	91,5	90,9	84,4
Metomil + buprofezina	40,0	25,0	71,4	80,9	75,0	74,4

Fonte: A autora.

Notas: As avaliações nos estádios V3, V5, V7 e V9 foram realizadas aos 3 dias após cada aplicação; a avaliação em V10 foi realizada aos 10 dias após a quarta aplicação.

Tabela 7 - Eficiência média de controle dos tratamentos sobre a população de cigarrinha/planta de milho em diferentes fenologias (n = 40 plantas avaliadas/tratamento), segunda safra 2025. Ponta Grossa/PR.

Tratamento	Estádio fenológico do milho				EC geral (%)
	V5	V6	V8	V9	
Testemunha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acefato	25,0	0,0	70,0	14,3	33,3
Metomil	0,0	0,0	70,0	0,0	22,2
Acefato + buprofezina	33,3	0,0	80,0	0,0	33,3
Metomil + buprofezina	8,3	0,0	70,0	0,0	22,2

Fonte: A autora.

Notas: As avaliações nos estádios V5, V6 e V8 foram realizadas aos 3 dias após cada aplicação; a avaliação em V9 foi realizada aos 10 dias após a quarta aplicação.

Na safra 2024/2025 foi observado na testemunha uma média geral de 2,5 insetos por planta e de 0,9 na segunda safra 2025. A maior pressão populacional de cigarrinha-do-milho observada na safra 2024/2025, possivelmente permitiu uma melhor distinção dos efeitos entre os manejos estudados. Nessa safra, o tratamento com acefato + buprofezina apresentou eficiência de controle de 91,5 e 90,9% nas avaliações nos estádios V9 e V10, com uma maior ocorrência de cigarrinha na testemunha. Esses resultados indicam que mesmo aos 10 dias após a quarta e última aplicação, a associação entre os ativos possivelmente apresentou um maior efeito residual que os demais manejos nas condições em que o estudo foi conduzido.

5.2 COMPLEXO DE ENFEZAMENTOS

Em relação aos enfezamentos, na safra 2024/2025 observou-se uma maior incidência (%) e severidade (%) das doenças na testemunha em comparação com os manejos estudados, não sendo observadas plantas com sintomas visuais de vírus da risca (Tabela 8). Na segunda safra 2025, foi observada uma baixa porcentagem de plantas com sintomas apenas de vírus da risca, sem influência dos tratamentos na incidência e severidade da doença (Tabela 9).

Tabela 8 - Incidência (%) e severidade (%) dos enfezamentos no milho no estágio fenológico R4 (n = 240 plantas avaliadas/tratamento), safra 2024/2025. Ponta Grossa/PR.

Tratamento	Incidência de enfezamentos (%)	Severidade de enfezamentos (%)
Testemunha	56,3 a	29,7 a
Acefato	25,0 bc	22,9 ab
Metomil	35,4 b	19,2 ab
Acefato + buprofezina	10,8 d	17,2 b
Metomil + buprofezina	15,4 cd	19,5 ab
CV (%)	31,67	34,75
P- valor	0,0001	0,0191

Fonte: A autora.

Notas: Enfezamentos: enfezamento pálido e enfezamento vermelho. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 9 - Incidência (%) e severidade (%) de vírus da risca no milho no estágio fenológico R4 (n = 60 plantas avaliadas/tratamento), segunda safra 2025. Ponta Grossa/PR.

Tratamento	Incidência de vírus da risca (%)	Severidade de vírus da risca (%)
Testemunha	10,00 ^{ns}	8,90 ^{ns}
Acefato	6,70	5,29
Metomil	0,00	0,00
Acefato + buprofezina	3,30	3,47
Metomil + buprofezina	6,70	5,87
CV (%)	61,66	61,93
P- valor	0,1095	0,1375

Fonte: A autora.

Notas: Os dados foram transformados por $\sqrt{(x + 0,5)}$ para atender aos pressupostos da análise. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; ns: não significativo.

Considerando a possibilidade da ocorrência simultânea dos patógenos do enfezamento pálido e enfezamento vermelho (Galvão; Sabato; Bedendo, 2021) e a dificuldade na diferenciação dos sintomas, ambas as doenças foram consideradas em conjunto nas avaliações visuais realizadas no campo.

Na safra 2024/2025, os manejos contribuíram para uma menor incidência dos enfezamentos, em que os tratamentos acefato + buprofezina e o metomil + buprofezina apresentaram as menores porcentagens de plantas doentes. Quanto à severidade dos enfezamentos, o tratamento que apresentou a menor porcentagem de folhas afetadas pelas doenças foi o acefato + buprofezina com 17,2%, diferindo da testemunha com 29,7%. Resultados semelhantes ao desse estudo foram relatados por Ribeiro *et al.* (2023), que observaram uma redução populacional da cigarrinha-do-milho, além de menor incidência e severidade do enfezamento ao utilizar aplicações com inseticidas.

A incidência das doenças pode estar relacionada com a pressão populacional de cigarrinha-do-milho observada nos tratamentos durante o desenvolvimento da cultura, em que foi observada uma maior presença de plantas doentes nos tratamentos com as maiores médias de insetos por planta. Entretanto, o número de insetos presentes na área não representa diretamente a proporção real de plantas doentes, já que nem todos os insetos da população podem estar infectados. Porém, a concentração de insetos portando os patógenos, a época de infecção e o material genético aumentam a proporção de plantas doentes (Coelho; Landau; Sabato, 2018).

Maia *et al.* (2025) ao estudarem o manejo da cigarrinha-do-milho com diferentes inseticidas e híbridos, observaram que o híbrido suscetível apresentou maior incidência e severidade das doenças comparado aos de média e alta tolerância, reforçando a importância do material genético para reduzir os danos pelos patógenos.

Quanto à intensidade dos sintomas, esta está relacionada ao momento da infecção, sendo maior quando ocorre nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, ocasionando maiores perdas de rendimento, conforme relatado em estudos por Neves *et al.* (2022) e Redoan *et al.* (2025).

5.3 ALTURA DE PLANTA E DIÂMETRO DO COLMO

Relacionado à altura de planta e diâmetro do colmo, não houve influência dos tratamentos em ambas as safras (Tabela 10 e 11).

Tabela 10 - Altura de planta e diâmetro do colmo da cultura do milho no estágio fenológico R2 (n = 80 plantas avaliadas/tratamento para cada parâmetro), safra 2024/2025. Ponta Grossa/PR.

Tratamento	Altura de planta (cm)	Diâmetro do colmo (mm)
Testemunha	286,6 ^{ns}	84,7 ^{ns}
Acefato	285,5	85,7
Metomil	280,9	85,0
Acefato + buprofezina	282,0	86,4
Metomil + buprofezina	283,1	84,3
CV (%)	6,97	6,77
P- valor	0,7896	0,8654

Fonte: A autora.

Notas: Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; ns: não significativo.

Tabela 11 - Altura de planta e diâmetro do colmo da cultura do milho no estágio fenológico R2 (altura: n = 40; diâmetro: n = 60 plantas avaliadas/tratamento), segunda safra 2025. Ponta Grossa/PR.

Tratamento	Altura de planta (cm)	Diâmetro do colmo (mm)
Testemunha	230,1 ^{ns}	65,13 ^{ns}
Acefato	235,0	65,85
Metomil	232,1	68,77
Acefato + buprofezina	233,0	65,85
Metomil + buprofezina	232,2	67,46
CV (%)	1,96	5,51
P- valor	0,5663	0,6394

Fonte: A autora.

Notas: Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; ns: não significativo.

Apesar da incidência e severidade dos enfezamentos observada na safra 2024/2025, não houve variações entre os tratamentos para a altura de planta e diâmetro do colmo nas condições em que o estudo foi conduzido. O mesmo foi observado na segunda safra 2025, com baixa incidência do vírus da risca e ausência de sintomas de enfezamento.

Estudos relatam que os enfezamentos podem afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas, observando entre os sintomas ocasionados pela doença, a redução no tamanho da planta (Nault, 1980; Magalhães *et al.*, 2002; Oliveira *et al.*, 2005). Entretanto, a genética do híbrido utilizado influencia na expressão dos sintomas, assim como a variedade genética dos mollicutes presentes na região (Orlovskis *et al.*, 2016), além da temperatura, a quantidade de insetos infectados e a época em que ocorre a infecção (Sabato; Landau; Oliveira, 2014).

Araujo *et al.* (2025), ao avaliarem a resposta de diferentes híbridos ao enfezamento ocasionado pelo espiroplasma, observaram que a maioria apresentou índices de severidade inferiores às classes mais altas da escala de avaliação utilizada no estudo. A escala incluía os sintomas de encurtamento de entrenós e redução na altura de planta, relatando que o comportamento distinto dos híbridos estava relacionado a condições adversas como a alta incidência do patógeno. De forma semelhante, Istchuk *et al.* (2025), ao avaliarem o efeito de dois híbridos sobre a expressão dos sintomas dos enfezamentos, observaram que a frequência de plantas com sintomas mais severos, como encurtamento de entrenós e redução da altura da planta, foi influenciada pelo híbrido utilizado.

Silva *et al.* (2002), ao estudarem os níveis e fontes de resistência de diferentes híbridos em condições de campo, observaram uma redução na altura da planta em híbridos suscetíveis com alta incidência e severidade dos enfezamentos, enquanto híbridos resistentes e moderadamente resistentes apresentaram as menores incidência e severidade da doença, e menor impacto na altura das plantas.

Assim, o comportamento observado neste estudo pode estar relacionado com a baixa severidade ou ausência de sintomas da doença. Além disso, possivelmente houve uma contribuição dos híbridos moderadamente tolerantes ao complexo de enfezamentos utilizados em ambos os experimentos, visto que a tolerância genética do híbrido é uma ferramenta importante na redução da severidade das doenças e a suscetibilidade, é o principal fator para se verificar a expressão dos sintomas, como o tombamento e redução do porte da planta.

5.4 PARÂMETROS REPRODUTIVOS DA ESPIGA

Quanto ao número de espigas por planta, número de fileiras da espiga e número de grãos por fileira da espiga, não houve influência dos tratamentos na safra 2024/2025 (Tabela 12). Na segunda safra 2025, o tratamento com acefato + buprofezina apresentou o maior valor

para o número de grãos por fileira da espiga (Tabela 13). Adicionalmente, na segunda safra 2025, foram incluídas as avaliações de comprimento e diâmetro de espiga (Tabela 14).

Tabela 12 - Número de espigas por planta, número de fileiras e número de grãos por fileira da espiga (n = 40 plantas/espigas avaliadas/tratamento para cada parâmetro), safra 2024/2025. Ponta Grossa/PR.

Tratamento	Espiga por planta	Número de fileiras	Número de grãos por fileira
Testemunha	1,02 ^{ns}	16,8 ^{ns}	23,5 ^{ns}
Acefato	1,00	17,2	28,2
Metomil	1,01	17,4	27,5
Acefato + buprofezina	1,01	17,4	27,1
Metomil + buprofezina	1,03	17,5	25,9
CV (%)	14,78	12,23	21,60
P- valor	0,5088	0,2918	0,0919

Fonte: A autora.

Notas: Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; ns: não significativo.

Tabela 13 - Número de espigas por planta, número de fileiras e número de grãos por fileira da espiga (n = 60 plantas/espigas avaliadas/tratamento para cada parâmetro), segunda safra 2025. Ponta Grossa/PR.

Tratamento	Espiga por planta	Número de fileiras	Número de grãos por fileira
Testemunha	1,28 ^{ns}	16,13 ^{ns}	32,51 abc
Acefato	1,23	16,13	32,4 ab
Metomil	1,18	16,17	29,27 c
Acefato + buprofezina	1,15	16,18	33,06 a
Metomil + buprofezina	1,13	16,13	30,2 bc
CV (%)	14,83	1,34	3,51
P- valor	0,7490	0,9965	0,0022

Fonte: A autora.

Notas: Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; ns: não significativo.

Tabela 14 - Comprimento e diâmetro de espiga do milho (n = 60 espigas avaliadas/tratamento para cada parâmetro), segunda safra 2025. Ponta Grossa/PR.

Tratamento	Comprimento de espiga (cm)	Diâmetro de espiga (mm)
Testemunha	16,3 b	49,6 a
Acefato	17,2 a	49,1 ab
Metomil	16,7 ab	48,9 b
Acefato + buprofezina	17,5 a	49,7 a
Metomil + buprofezina	17,00 ab	49,1 ab
CV (%)	2,32	0,51
P- valor	0,0099	0,0035

Fonte: A autora.

Notas: Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Assim como observado para altura de planta e diâmetro do colmo, as condições e a intensidade das doenças observada durante o estudo, aparentemente não foram suficientes

para causar alterações significativas nos parâmetros das espigas avaliados na safra 2024/2025. Entretanto, na segunda safra 2025, para o número de grãos por fileira da espiga, o tratamento com acefato + buprofezina apresentou a maior média e o metomil o menor valor.

Plantas infectadas pelos patógenos do enfezamento podem apresentar comprometimento das espigas, ocasionando redução de tamanho e na quantidade de grãos, alterações no enchimento dos grãos e proliferação de espigas, no entanto, a expressão desses sintomas é dependente do material genético e da época da infecção, sendo mais intensa quando as plantas são infectadas nos estádios iniciais do desenvolvimento (Sabato, 2018).

Em relação ao comprimento de espiga, os tratamentos com acefato + buprofezina e acefato diferiram da testemunha e apresentaram as maiores médias. Para o diâmetro de espiga os tratamentos com acefato + buprofezina e testemunha apresentaram os maiores valores comparado ao metomil, mas não diferiram significativamente do acefato e metomil + buprofezina.

Resultado semelhante foi observado por Dudek *et al.* (2024), que ao estudarem o comportamento dos genótipos do milho sobre a pressão do complexo de enfezamento, observaram que plantas doentes reduzem o comprimento da espiga, do número de fileiras e o número de grãos por fileiras, além de impactar na produtividade.

Toffanelli; Bedendo (2001), avaliaram o efeito do fitoplasma responsável pelo enfezamento vermelho sobre o desenvolvimento e a produção de híbridos de milho, e observaram nos híbridos mais suscetíveis a ocorrência de espigas anormais, grãos miúdos e redução de 98% na produção dos grãos, 72% no tamanho das espigas, 50% no número de fileiras e 98% no número de grãos por espiga.

Apesar da baixa incidência e severidade do vírus da risca observada, houve influência nos parâmetros das espigas avaliados, demonstrando que os sintomas visuais não devem ser considerados como fator único para relatar a presença da doença, uma vez que uma planta infectada pelos patógenos pode estar assintomática e apresentar perdas na produção, comportamento esse que tem sido observado no campo.

5.5 PESO DE MIL GRÃOS (PMG) E PRODUTIVIDADE

Os manejos contribuíram para uma maior produtividade e peso de mil grãos (PMG) na safra 2024/2025, em comparação com a testemunha (Tabela 15). Na segunda safra 2025, o

tratamento com acefato + buprofezina apresentou o maior valor para o peso da espiga (Tabela 16).

Tabela 15 - Peso de mil grãos (PMG), produtividade e ganho em sacas por hectares, safra 2024/2025. Ponta Grossa/PR.

Tratamento	PMG (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Ganho (sc ha ⁻¹)
Testemunha	340,01 b	6883,87 b	-
Acefato	372,37a	9200,00 a	38,6
Metomil	374,42 a	9343,86 a	41,0
Acefato + buprofezina	381,36 a	9828,13 a	49,1
Metomil + buprofezina	376,74 a	9135,86 a	37,5
CV (%)	4,53	9,48	
P- valor	0,0001	0,0001	

Fonte: A autora.

Notas: Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 16 - Peso da espiga (n = 60 espigas/tratamento) e peso de mil grãos (PMG), segunda safra 2025. Ponta Grossa/PR.

Tratamento	Peso da espiga (g)	PMG (g)
Testemunha	201,1 b	334,03 ^{ns}
Acefato	209,5 ab	342,93
Metomil	197,7 b	353,99
Acefato + buprofezina	221,1 a	350,59
Metomil + buprofezina	204,1 b	346,59
CV (%)	3,18	4,27
P- valor	0,0026	0,4048

Fonte: A autora.

Notas: Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; ns: não significativo.

Na safra 2024/2025, os manejos apresentaram peso de mil grãos (PMG) e produtividade significativamente maiores em comparação com a testemunha. Na testemunha, foi observado em média, 62% e 34% a mais de incidência e severidade dos enfezamentos, respectivamente, além de uma redução de produtividade de aproximadamente 2493,09 kg ha⁻¹ em comparação com os tratamentos em que houve aplicação de inseticidas. Na segunda safra 2025, os tratamentos não influenciaram o peso de mil grãos (PMG), porém para o peso da espiga o maior valor foi observado no tratamento com acefato + buprofezina, diferindo da testemunha, metomil e metomil + buprofezina.

Cunha *et al.* (2023), estudaram a distribuição de *D. maidis* e a incidência do vírus da risca e do fitoplasma do enfezamento e relataram que mesmo com baixa densidade populacional da praga houve perdas de produtividade, com os menores valores observados nas plantas infectadas pelo fitoplasma.

Gonçalves *et al.* (2026), ao avaliarem a relação da severidade do complexo de enfezamentos com a produtividade, observaram que quanto maior a severidade maiores foram as perdas, com redução de até 63% no rendimento em alta severidade das doenças na cultura do milho em comparação a plantas assintomáticas. Resultado semelhante foi observado neste estudo, em que o experimento com maior incidência dos enfezamentos apresentou uma menor produtividade na testemunha, na qual houve uma maior severidade das doenças em comparação com os demais tratamentos.

Relacionado ao ganho em sacas ha^{-1} , embora não tenham sido observadas diferenças significativas entre os manejos com inseticidas para a produtividade, foi observado um incremento de 49 sacas ha^{-1} no tratamento com acefato + buprofezina, seguido do metomil, acefato e metomil + buprofezina com ganhos de 41, 38 e 37 sacas ha^{-1} , respectivamente. Esses resultados indicam que os manejos contribuíram para minimizar os danos ocasionados pelos patógenos transmitidos pela cigarrinha-do-milho, proporcionando maior desempenho produtivo em comparação com a testemunha.

De forma geral, esses resultados reforçam que o manejo da cigarrinha-do-milho e a associação de diferentes ferramentas é fundamental para minimizar os danos ocasionados pelo complexo de enfezamentos na cultura do milho, mesmo em baixa pressão populacional e pouca sintomatologia visual das doenças.

6 CONCLUSÃO

A associação do acefato com a buprofezina é uma alternativa para melhorar a eficiência de controle da cigarrinha-do-milho, reduzindo a incidência e a severidade das doenças e proporcionando incremento de produtividade.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 2, p. 265–267, 1925.
- ABUBAKAR, Y.; TIJANI, H.; EGBUNA, C.; ADETUNJI, C. O.; KALA, S.; KRYEZIU, T.; IFEMEJE, J. C.; PATRICK-IWUANYANWU, K. Pesticides, History, and Classification. In: EGBUNA, C.; SAWICKA, B. Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control. 1ed. [S.l.]: Elsevier, p. 29-42, 2020.
- AGROFIT- SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS. **Consulta aberta**. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 6 mai. 2026.
- ALI, E.; LIAO, X.; YANG, P.; MAO, K.; ZHANG, X.; SHAKEEL, M.; SALIM, A. M. A.; WAN, H.; LI, J. Sublethal effects of buprofezin on development and reproduction in the white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* (Hemiptera: Delphacidae). **Scientific Reports**, v. 7, n. 16913, 2017.
- ALIVIZATOS, A. S.; MARKHAM, P. G. Acquisition and transmission of corn stunt spiroplasma by its leafhopper vector *Dalbulus maidis*. **Annals of Applied Biology**, v. 108, n. 3, p. 535-544, 1985.
- ARAKANE, Y.; MUTHUKRISHNAN, S.; KRAMER, K. J.; SPECHT, C. A.; TOMOYASU, Y.; LORENZEN, D. R.; KANOST, S. R.; BEEMAN, R. W. The Tribolium chitin synthase genes TcCHS1 and TcCHS2 are specialized for synthesis of epidermal cuticle and midgut peritrophic matrix. **Insect Molecular Biology**, v. 14, n.5, p. 453-463, 2005.
- ARAUJO, L.; DRUETTA, M.; TORRICO, K.; PECCI, M. P. F.; BARONTINI, J. Resposta dos híbridos de milho à doença de atraso do milho causada por *Spiroplasma kunkelii* no Noroeste da Argentina (NOA) - temporada de cultivo 2023-2024. **Agriscientia**, v. 42, n. 1, 2025.
- ARAÚJO, M. F.; CASTANHEIRA, E. M. S.; SOUSA, S. F. The Buzz on Insecticides: A Review of Uses, Molecular Structures, Targets, Adverse Effects, and Alternatives. **Molecules**, v. 28, n. 8, p. 3641, 2023.
- ARNAUDOV, V.; RAYKOV, S.; DAVIDOVA, R.; HRISTOV, H.; VASILEV, V.; PETKOV, P. Monitoring of pest populations – an important element of integrated pest management of field crops. **Agricultural Science and Technology**, v.4, n.1, p. 77-80, 2012.
- ARONIADOU-ANDERJASKA, V.; FIGUEIREDO, T. H.; FURTADO, M. A.; PIDOPLICHKO, V.; BRAGA, M. FM. Mechanisms of Organophosphate Toxicity and the Role of Acetylcholinesterase Inhibition. **Toxics**, v. 11, n. 10, 2023.
- ÁVILA, C. J.; OLIVEIRA, C. M.; MOREIRA, S. C. S.; BIANCO, R.; TAMAI, M. A. **Cigarrinha-do-milho: desafios ao manejo de enfezamentos e viroses na cultura do milho**. 1 ed. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2022, 40 p. (Documentos, 149).

BADR, A. M. Organophosphate toxicity: updates of malathion potential toxic effects in mammals and potential treatments. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, pag. 26036-26057, 2020.

BOREM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. **Milho: do plantio a colheita**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2017, p. 09-48.

CANALE, N. C.; NESSI, C. N.; CASTILHOS, R. V. Abundance of *Dalbulus maidis* and impact of maize rayado fino disease on different genotypes in field conditions in Santa Catarina, Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 48, p. 675-684, 2023.

CARLONI, E.; CARPANE, P.; PARADELL, S.; LAGUNA, I.; PECCI, M. P. G. Presence of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) and of *Spiroplasma kunkelii* in the Temperate Region of Argentina. **Journal of Economic Entomology**, v. 106, n. 4, p. 1574–1581, 2013.

CARMO, D. G.; CLEOVANO, B. P.; LOPES, P. H. Q.; PAES, J. S.; SOUZA, H. D. D.; SANTOS, A. A.; CECON, P. R. SARMENTO, R. A.; PICANÇO, M. C. The First Standardised Sampling Plan Designed to Scout *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) Adults in Corn Crops Using Yellow Sticky Traps. **Journal of Applied Entomology**, v. 149, n. 1, p. 111-120, 2024.

CARVALHO, T. B.; LOPES, M. C.; DIAS, R. C.; SILVA, G. Z.; SILVA, R. S. A.; CARMO, D. G.; PICANÇO, M. C. Colonization and Age Structure of *Dalbulus maidis* Population in Maize Crops During the Vegetative Stage in the Brazilian Cerrado. **Neotropical Entomology**, v. 55, n. 41, 2026.

CASTILHOS, R. V.; CANALE, M. C. Insecticides in maize seed treatment against *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae): greenhouse and field assessments. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 45, p. 2133-2141, 2025.

CHANDI, R. S. Integrated Management of Insect Vectors of Plant Pathogens. **Agricultural Reviews**, v. 42, n. 1, p. 87-92, 2021.

CHONG, J. H.; KLINGEMAN, B.; HALE, F. **The Insecticide and Miticide Mode of Action Field Guide: A Resource to Assist in Managing Arthropod Pests of Turfgrass and Ornamental Plants**. Knoxville: University of Tennessee Institute of Agriculture, 2023. UTIA Extension Publication W 415. Disponível em: <https://utia.tennessee.edu/publications/wp-content/uploads/sites/269/2023/10/W415.pdf>. Acesso em: 12 out. 2025.

COELHO, A. M.; LANDAU, E. C.; SABATO, E. O. Época de semeadura do milho e incidência de doenças causadas por mollicutes. In: OLIVEIRA, C. M.; SABATO, E. O. **Doenças em milho: Insetos-vetores, mollicutes e vírus**. 1 ed. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo, 2018, p. 364-386.

COLOVIC, M. B.; KRSTIC, D. Z.; LAZAREVIC-PASTI, T. D.; BONDZIC, A. M.; VASIC, V. M. Acetylcholinesterase Inhibitors: Pharmacology and Toxicology. **Current Neuropharmacology**, v. 11, n. 3, p. 315-335, 2013.

CONAB- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **12º Levantamento- Safra 2024/2025**. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes->

agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/12o-levantamento-safra-2024-25/12o-levantamento-safra-2024-25. Acesso em: 9 out. 2025.

COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; COTA, L. V. **Doenças causadas por mollicutes e por vírus**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica- AGEITEC. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/pragas-e-doencas/doencas/doencas-causadas-por-mollicutes-e-por-virus>. Acesso em: 08 setembro 2025.

CUNHA, T. G.; VELOSO, R. V.; ARAÚJO, M. M. M.; TAVARES, L. G.; RIBEIRO, L. F. B.; TORMEN, G. P.; CAMPOS, D. S.; PIKANÇO, M. C.; LOPES, E. A.; PEREIRA, R. R.; SOARES, M. A.; SILVA, R. S. Distribution of *Dalbulus maidis* (DeLong) (Hemiptera: Cicadellidae) and incidence of *maize rayado fino virus* and *Candidatus Phytoplasma asteris* in corn succession planting systems. **Pest Management Science**, v. 79, n. 11, p. 2325-2337, 2023.

DE COCK, A.; ISHAAYA, I.; DEGHEELE, D.; VEIEROV, D. Vapor Toxicity and Concentration-Dependent Persistence of Buprofezin Applied to Cotton Foliage for Controlling the *Sweetpotato Whitefly* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 83, n. 4, p. 1254-1260, 1990.

DIAS, G. S.; MACHADO, E. P.; SACILOTTO, M. G.; THIESEN, L. V.; OMOTO, C. Bifenthrin resistance in *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae): inheritance, cross-resistance, and stability. **Pest Management Science**, v. 81, n. 8, p. 4810-4820, 2025.

DUDEK, G.; MOLIN, L. M.; MISSIO, V. C.; LUCESE, A. V.; MISSIO, R. F. Understanding maize genotype behavior under stunt complex pressure. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 48, 2024.

FAJARDO, T. V. M.; NICKEL, O. **Transmissão de vírus e controle de viroses em plantas**. 1 ed. Rio Grande do Sul: Embrapa Uva e Vinho, 2019, 25 p. (Documento, 110).

FANG, Y.; PARK, M. G.; CHOI, J. Y.; PARK, D. H.; WANG, M.; KIM, H. J.; KIM, W. J.; JE, Y. H. Insecticidal and synergistic activity of dsRNAs targeting buprofezin-specific genes against the small brown planthopper, *Laodelphax striatellus*. **Insect Biochemistry and Physiology**, v. 105, n. 4, p. 21739, 2020.

FARIA, R. D.; FANELA, T. L. M.; SARTORI, M. M. P.; LOPES, J. P. S.; LOURENÇÃO, A. L.; BALDIN, E. L. L. Evaluation of resistance of Bt and non-Bt maize genotypes to *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) and associated mollicutes. **Phytoparasitica**, v. 50, p. 997-1009, 2022.

FARIS, A. M.; DUFFECK, M. R.; OLSON, J. D.; ESPINDOLA, A. S.; MULLER, L.; VELASCO, S. E.; ZAMBIASI, J. M. First Report of *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) in Oklahoma. **Insects**, v. 15, n. 10, p. 778, 2024.

FIALLO-ÓLIVE, E.; LETT, J.; MARTIN, D. P.; ROUMAGNAC, P.; VARSANI, A.; ZERBINI, F. M.; NAVAS-CASTILLO, J. ICTV Virus Taxonomy Profile: *Geminiviridae* 2021. **Journal of General Virology**, v. 102, n. 12, 2021.

FORESTI, J.; PEREIRA, R. R.; SANTANA JR, P. A.; NEVES, T. NC.; SILVA, P. R.; ROSSETO, J.; ISTCHUK, A. N.; ISHIZUKA, T. K.; HARTER, W. R.; SCHWERTNER, M. H.; PICANÇO, M. C. Spatial-temporal distribution of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) and factors affecting its abundance in Brazil corn. **Pest Management Science**, v. 78, n.6, p. 2196-2203, 2022.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCGHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002, 920 p.

GALVÃO, S. R.; SABATO, E. O.; BEDENDO, I. P. Occurrence and distribution of single or mixed infection of phytoplasma and Spiroplasma causing corn stunting in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 46, p. 152-155, 2021.

GASPARICH, G. E. Spiroplasmas and phytoplasmas: Microbes associated with plant hosts. **Biologicals**, v. 38, n. 2, p. 193-203, 2010.

GONELLA, E.; TEDESCHI, R.; CROTTI, E.; ALMA, A. Multiple guests in a single host: interactions across symbiotic and phytopathogenic bacteria in phloem-feeding vectors – a review. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 167, n. 3, p. 171-185, 2019.

GONÇALVES, M. H. O.; LUJAN, D. W.; CUSTÓDIO, A. A. P.; GARBUGLIO, D. D.; PONTE, E. M. Modeling yield loss associated with the corn stunt disease complex using an ordinal severity scale. **European Journal of Plant Pathology**, v. 174, p. 863-874, 2026.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Insetos: Fundamentos da Entomologia**. 5 ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017. 452 p.

GUPTA, R. C. Classification and Uses of Organophosphates and Carbamates. In: GUPTA, R. C. **Toxicology of Organophosphate & Carbamate Compounds**. 1 ed. San Diego: Elsevier, 2006. p. 5-24.

HAIDER, M. W.; SHARMA, A.; MAJUMDAR, A.; FAYAZ, F.; BROMAND, F.; RANI, U.; SINGH, V. K.; SAHARAN, M. S.; TIWARI, R. K.; LAL, M.K.; KUMAR, R. Unveiling the phloem: a battleground for plant pathogens. **Phytopathology Research**, v. 6, n. 65, 2024.

HOGENHOUT, S. A.; AMMAR, E.; WHITFIELD, A. E.; REDINBAUGH, M. G. Insect Vector Interactions with Persistently Transmitted Viruses. **Annual Reviews of Phytopathology**, v. 46, p. 327-359, 2008.

IRAC- COMITÊ DE AÇÃO À RESISTÊNCIA A INSETICIDAS: BRASIL. **Manejo da Resistência da Cigarrinha-do-Milho a Inseticidas**. 2025. Disponível em: <https://www.irac-br.org/>. Acesso em: 30 set. 2025.

ISTCHUK, A. N.; SCHWERTNER, M. H.; FERRARI, M. L.; MARQUES, L. H.; PIETROWSKI, V. Nitrogen and Potassium Fertilization Modulate *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) Abundance and Corn Stunt Disease Severity. **Agriculture**, v. 15, n. 19, 2025.

KAUR, S.; CHOWDHARY, S.; KUMAR, D.; BHATTACHARYYA, R.; BANERJEE, D. Organophosphorus and carbamate pesticides: Molecular toxicology and laboratory testing. **Clinica Chimica Acta**, v. 551, n. 117584, 2023.

KOINUMA, H.; MAEJIMA, K.; TOKUDA, R.; KITAZAWA, Y.; NIJO, T.; WEI, W.; KUMITA, K.; MIYAZAKI, A.; NAMBA, S.; YAMAJI, Y. Spatiotemporal dynamics and quantitative analysis of phytoplasmas in insect vectors. **Scientific Reports**, v. 10, n. 4291, 2020.

KUMAR, A.; SINGH, M. Insect growth regulators for insect pest control: A review. **International Journal of Research in Agronomy**, v. 7, n. 3, p. 388-393, 2024.

KUMAR, S.; SACHAN, S. K.; SINGH, R.; SINGH, D. V. Bio-efficacy of some newer insecticides and bio-pesticides against whitefly (*Bemisia tabaci Gennadius*) in Brinjal ecosystem. **Peer Reviewed Journal**, v. 8, n. 5, p. 1883-1888, 2020.

LEGRAND, A. I.; POWER, A. G. Inoculation and acquisition of maize bushy stunt mycoplasma by its leafhopper vector *Dalbulus maidis*. **Annals of Applied Biology, Warwick**, v. 125, n. 1, p. 115-122, 1994.

LEVINE, S. L.; BORGERT, C. J. Review and recommendations on criteria to evaluate the relevance of pesticide interaction data for ecological risk assessments. **Chemosphere**, v. 209, p. 124-136, 2018.

LONG, G.-Y.; GONG, M. -F.; YANG, H.; YANG, X. -B.; ZHOUB, C.; JIN, D. -C. Buprofezin affects the molting process by regulating nuclear receptors SfHR3 and SfHR4 in *Sogatella furcifera*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 197, p. 105695, 2023.

MACARENA, V. C.; CECÍLIA, M. M.; MAZA, N.; RIOS-TAMAYO, D.; REGUILÓN, C.; BEZDJIAN, L. P.; VIRLA, E. G. Arthropod predators of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) in northern Argentina, including data on the species registered in all the Americas. **Austral Entomology**, v. 64, n. 6, e. 70022, 2025.

MACHADO, E. P.; SOUZA, E. V.; DIAS, G. S.; SACILOTTO, M. G.; OMOTO, C. Is insecticide resistance a factor contributing to the increasing problems with *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) in Brazil?. **Pest Management Science**, v. 80, n. 10, p. 5120-5130, 2024.

MADGWICK, P. G.; KANITZ, R. Beyond redundant kill: A fundamental explanation of how insecticide mixtures work for resistance management. **Pest Management Science**, v. 79, n. 2, p. 495-506, 2023.

MAGALHÃES, P. C.; OLIVEIRA, E.; GOMIDE, R. L.; VASCONCELOS, C. A.; SOUZA, I. R. P. Aspectos fisiológicos de plantas de milho infectadas por mollicutes sob diferentes níveis de água no solo. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 3, p. 293-301, 2002.

MAIA, P. T. N.; SANTOS, N. M.; MENDES, S. M.; MARQUES, V. M.; FADINI, M. A.; SILVA, B. L. S.; ARAÚJO, D. D. S.; COTA, L. V.; OLIVEIRA, I. R. Sustainable control of

Dalbulus maidis: A field study with entomopathogenic fungi. **Entomologia Experimentalis Applicata**, v. 0, p. 1-9, 2025.

MALHOTRA, H.; KAUR, S.; PHALE, P. Conserved Metabolic and Evolutionary Themes in Microbial Degradation of Carbamate Pesticides. **Frontier Microbiology**, v. 7, n. 12, p. 648868, 2021.

MALUTA, N.; CASTRO, T.; LOPES, J. R. S. DC-electrical penetration graph waveforms for *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) and the effects of entomopathogenic fungi on its probing behavior. **Scientific Reports**, v. 13, n. 22033, 2023.

MARCHI, B. R.; SMITH, H. Efficacy of buprofezin, pyriproxyfen and spirotetramat against *Bemisia tabaci* MEAM1 nymphal field populations in Florida. **Crop Protection**, v. 149, nov. 2021.

MARI, M. A.; GUERREIRO, J. C. Inseticidas reguladores de crescimento de insetos: formas de utilização e potencialidades para o manejo integrado de pragas. **Revista de Ciências Agrônomic**, Umuarama, v. 4, p. 360-374, 2015.

MASIH, S. C.; AHMAD, B. R. Insect Growth Regulators for Insect Pest Control. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 8, n.12, p. 208-218, 2019.

MERZENDORFER, H.; ZIMMACH, L. Chitin metabolism in insects: structure, function and regulation of chitin synthases and chitinases. **Journal of Experimental Biology**, v.206, n. 24, p. 4393-4412, 2003.

MLOTSHWA, S.; XU, J.; WILLIE, K.; KHATRI, N.; MARTY, D.; STEWART, L. R. Engineering *Maize rayado fino virus* for virus-induced gene silencing. **Plant Direct**, v. 4, n. 8, 2020.

MONDAL, K.; PARWEEN, S. Insect Growth Regulators and their Potential in the Management of Stored-product Insect Pests. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 5, n. 4, p.255-295, 2000.

MOREIRA, H. J. C.; ARAGÃO, F. D. **Manual de Pragas do Milho**. FMC, 132 p., 2009. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/manual%20de%20pragas%20do%20milho.pdf>. Acesso em: 3 set. 2025.

MORENO, P. R.; NAKANO, O. Atividade de buprofezin sobre a cigarrinha verde do feijoeiro *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore, 1957) (Hemiptera, Cicadellidae) em condições de laboratório. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 475-481, 2002.

MORITZ, E. O.; PLASSA, P.; BORDIN, I.; WHITE, R.; TELLES, T. S. Dynamics of expenditure on insecticides in the management and control of corn leafhoppers (*Dalbulus maidis*). **Pest Management Science**, v. 81, n. 10, p. 7077-7089, 2025.

MOYA-RAYGOZA, G. Temporal resource continuity for egg parasitoids of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) during winter on irrigated maize crops and edge grasses. **Journal of Insect Science**, v. 24, n. 4, p. 1-10, 2024.

NAULT, L. R. Maize bushy stunt and corn stunt: a comparison of disease symptoms, pathogen host ranges, and vectors. **Phytopathology**, v. 70, n. 7, p. 659-662, 1980.

NEVES, T. N. C.; FORESTI, J.; SILVA, P. R.; ALVES, E.; ROCHA, R.; OLIVEIRA, C.; PICANÇO, M. C.; PEREIRA, E. J. G. Insecticide seed treatment against corn leafhopper: helping protect grain yield in critical plant growth stages. **Pest Management Science**, v. 78, n. 4, p. 1482-1491, 2022.

OLESZCZUK, J. D.; CATALANO, M. I.; SALAISÓN, L.; RIENZO, J. A.; PECCI, M. P. G.; CARPANE, P. Characterization of components of resistance to Corn Stunt disease. **Plos One**, v. 15, n. 10, 2020.

OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. S.; DIAS, C. T. S. D.; NAULT, L. R. Influence of Latitude and Elevation on Polymorphism Among Populations of the Corn Leafhopper, *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), in Brazil. **Environmental Entomology**, v. 33, p. 1192-1199, 2004.

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

OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. R. S.; NAULT, L. R. Survival strategies of *Dalbulus maidis* during maize off-season in Brazil. **Entomologia Experimentalis of Applicata**, v. 147, n. 2, p. 141-153, 2013.

OLIVERIA, C. M.; AUAD, A. M.; MENDES, S. M.; FRIZZAS, M. R. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, v. 56, p. 50-54, 2014.

OLIVEIRA, C. M.; QUERINO, R. B.; FRIZZAS, M. R. Cigarrinhas na cultura do milho no Brasil. In: OLIVEIRA, C. M.; SABATO, E. O. **Doenças em milho: Insetos-vetores, mollicutes e vírus**. 1 ed. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo, 2018, p. 140-161.

OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R.; OLIVEIRA, E. Overwintering plants for *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) adults during the maize off-season in central Brazil. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 40, n. 4, p. 1105-1111, 2020.

OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R. Eight Decades of *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera, Cicadellidae) in Brazil: What We Know and What We Need to Know. **Neotropical Entomology**, v. 51, p. 1-17, 2021.

OLIVEIRA, C. M.; SABATO, E. O.; BARROS, B. A. Natural infectivity of *Dalbulus maidis* populations and incidence of corn stunt and virus diseases in maize over time. **Tropical Plant Pathology**, v. 48, p. 575-580, 2023.

OLIVEIRA, E.; MAGALHÃES, P. C.; GOMIDE, E. L.; VASCONCELOS, C. A.; SOUZA, I. R. P.; OLIVEIRA, C. M.; CRUZ, I.; SCHAFFERT, R. E. Growth and Nutrition of Mollicute-Infected Maize. **Plant Disease**, v. 86, n. 9, p. 945-949, 2002.

OLIVEIRA, E.; MAGALHÃES, P. C.; ANDRADE, C. D. T. L.; OLIVEIRA, C. M. Spiroplasma and phytoplasma infection reduce kernel production, and nutrient and water contents of several but not all maize cultivars. **Maydica**, v. 50, n. 2, p. 171-178, 2005.

OLIVEIRA, E.; LANDAU, E. C.; SOUSA, S. M. Simultaneous transmission of phytoplasma and spiroplasma by *Dalbulus maidis* leafhopper and symptoms of infected maize. **Phytopathogenic Mollicutes**, v. 5, p. 99-100, 2015.

OLIVEIRA, E.; TERNES, S.; VILAMIU, R.; LANDAU, E. C.; OLIVEIRA, C. M. Abundance of the insect vector of two different Mollicutes plant pathogens in the vegetative maize cycle. **Phytopathogenic Mollicutes**, v. 5, n. 1, p. 117-118, 2015.

ORLOVSKIS, Z.; CANALE, M. C.; HARYONO, M.; LOPES, J. R. S.; KUO, C. -H.; HOGENHOUT, S. A. A few sequence polymorphisms among isolates of *Maize bushy stunt phytoplasma* associate with organ proliferation symptoms of infected maize plants. **Annals of Botany**, v. 119, n. 5, 2016.

ÖZBEK, E.; MILLER, S. A.; MEULLIA, T.; HOGENHOUT, S. A. Infection and replication sites of *Spiroplasma kunkelii* (Class: Mollicutes) in midgut and Malpighian tubules of the leafhopper *Dalbulus maidis*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 82, n. 3, p. 167-175, 2003.

PAN, H.; CANÇÃO, B.; LIAO, J.; ZHANG, Y. X.; LIU, Z. Buprofezin delayed the molting of *Pardosa pseudoannulata*, a predatory enemy for insect pests, by suppressing chitin synthase 1 expression. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 199, p. 105798, 2024.

POSSE, A. R.; FERNANDEZ, F.; REYNA, P.; NOME, C.; TORRICO, A. K.; PECCI, G.; PARDINA, P. R. First report of *Maize striate mosaic virus*, a mastrevirus infecting *Zea mays* in Argentina. **New Disease Reports**, v. 47, n. 2, p. 1-4, 2023.

POZEBON, H.; STÜRMER, G. R.; ARNEMANN, J. A. Corn Stunt Pathosystem and Its Leafhopper Vector in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 115, n. 6, p. 1817-1833, 2022.

PRABHAKER, N.; TOSCANO, N. C. Toxicity of the insect growth regulators, buprofezin and pyriproxyfen, to the glassy-winged sharpshooter, *Homalodisca coagulata say* (Homoptera: Cicadellidae). **Crop Protection**, v. 26, n.4, p. 495-502, 2007.

RAMANUJAN, S. Modular equations and approximations to π . **The Quarterly Journal of Pure and Applied Mathematics**, v. 49, p. 350-372, 1914.

RATHNAYAKE, L. K.; NORTHRUP, S. H. Structure and mode of action of organophosphate pesticides: A computational study. **Computational and Theoretical Chemistry**, v. 1088, p. 9-23, 2016.

REDOAN, A. C. M.; MARQUES, V. M.; PEREIRA, P. S.; OLIVEIRA, I. R.; SILVA-ARAÚJO, D. D.; COTA, L. V.; FADINI, M. A. M.; OLIVEIRA, C. M.; RAFAEL, D. D.; MENDES, S. What Is the Relationship Between Efficacy of Seed Treatment with Insecticides Against *Dalbulus maidis* (Delong and Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) Healthy and Infected with Spiroplasm in the Corn Stunt Control?. **Insects**, v. 16, n.7, p. 713, 2025.

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

RIBEIRO, L. P.; AMANDIO, D. T. T.; RAKES, M.; BELEGANTE, F.; MORESCO, C.; NESI, C. N.; ZANARDI, A. M.; GRÜTZMACHER, A. D.; BERNARDI, D.; ZANARDI, O. Z. Insecticides for corn leafhopper management versus entomopathogenic fungal isolates: In vitro compatibility, physical-chemical interactions, and on-farm assessments. **Crop Protection**, v. 174, 2023.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a Corn Plant Develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 26 p., 1993. (Special Report, 48).

RUBIO, R. H. B.; OTERO, M. Stochastic modeling of *Dalbulus maidis*, vector of maize diseases. **Theoretical Population Biology**, v. 154, p. 51-66, 2023.

SABATO, E. O.; LANDAU, E. C.; OLIVEIRA, C. M. **Recomendações para o manejo de doenças do milho disseminadas por insetos-vetores**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014, 15 p. (Circular Técnica, 205).

SABATO, E. O. Enfezamentos do milho. In: OLIVEIRA, C. M.; SABATO, E. O. **Doenças em milho: Insetos-vetores, mollicutes e vírus**. 1 ed. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo, 2018, p. 13-43.

SABATO, E. O. Complexo de enfezamento do milho: cultivares resistentes ou manejo da cigarrinha?. In: **Seminário Nacional de Milho Safrinha**. 15 ed. Jataí, GO. Desafios no cultivo do milho safrinha: livro de palestras. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2019.

SANTANA, P. A. JR.; KUMAR, L.; SILVA, R. S.; PEREIRA, J. L.; PICANÇO, M. C. 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.

SAS- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS Studio versão 9.4**. Cary, North Carolina: SAS Institute, 2023.

SEQUEIRA, R. V.; KHAN, M.; REID, D. J. Chemical control of the mealybug *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Australian cotton: glasshouse assessments of insecticide efficacy. **Austral Entomology**, v. 59, n. 2, p. 375-385, 2020.

SHEKHAR, C.; KHOSYA, R.; THAKUR, K.; MAHAJAN, D.; KUMAR, R.; KUMAR, S.; SHARMA, A. K. A systematic review of pesticide exposure, associated risks, and long-term human health impacts. **Toxicology Reports**, v. 30, n. 13, p. 101840, 2024.

SHEPHERD, D. N.; MARTIN, D. P.; WALT, E. V. D.; DENT, K.; VARSANI, A.; RYBICKI, E. P. Maize streak virus: an old and complex 'emerging' pathogen. **Molecular Plant Pathology**, v. 11, n. 1, p. 1-12, 2009.

SILVA, B. D. G.; SILVA, L. F.; BAHUTI, M.; OLIVEIRA, V. C.; CRUSOÉ, J. M. S.; GUEDES, D. M.; JÚNIR, R. G. M. Manejo integrado de pragas para o controle da cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*)- Revisão bibliográfica. In: **Cultivando o futuro: tendências e desafios nas ciências agrárias**. 5 ed. Curitiba: Atena Editora, 2024, p. 65-80.

SILVA, D. D.; SOUZA, I. R. P.; OLIVEIRA, I. R.; MENDES, S. M.; COTA, L. V.; COSTA, R. V.; OLIVEIRA, C. M.; MEIRELLES, W. F.; BORDIN, I.; BIANCO, R.; ANDROCIOLI, H. G.; SILVA, M. R. L.; LEMISKA, A.; ARAÚJO, M. M. **Protocolos para experimentação, identificação, coleta e envio de amostras da cigarrinha *Dalbulus maidis* e de plantas com enfezamentos em milho**. 1 ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021, 23 p.

SILVA, N. C. A.; COSTA, F. M.; VIDAL, R.; VEASEY, E. A. **Origem, domesticação e dispersão do milho nas Américas**. Atena Editora, 2020.

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; OLIVEIRA, E. Identificação dos níveis e fontes de resistência aos enfezamentos do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.3, p.18-29, 2002.

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, n. 8, p. 921-928, 2003.

SKINNER, M.; PARKER, B. L.; KIM, J. S. Role of Entomopathogenic Fungi in Integrated Pest Management. In: CAPINERA, J. L. **Integrated Pest Management: Current Concepts and Ecological Perspective**. 1 ed. Florida Entomologist, v. 97, n.3, p. 169-191, 2014.

SOHRABI, F.; SHISHEHBOR, P.; SABER, M.; MOSADDEGH, M. S. Lethal and sublethal effects of buprofezin and imidacloprid on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Crop Protection**, v. 30, n. 9, p. 1190-1195, 2011.

SPARKS, T. Insecticide mixtures- uses, benefits and considerations. **Pest Management Science**, v. 81, n. 3, p. 1137-1144, 2024.

SUMMERS, C. G.; NEWTON, A. S.; OPGENORTH, D. C. Overwintering of Corn Leafhopper, *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae), and *Spiroplasma kunkelii* (Mycoplasmatales: Spiroplasmataceae) in California's San Joaquin Valley. **Environmental Entomology**, v. 33, n. 6, p. 1644-1651, 2004.

TEIXEIRA, L. C.; RADONS, S. Z.; STÜMER, G. R.; PIVETTA, P. Correlações de variáveis meteorológicas e ocorrência da cigarrinha-do-milho na região Noroeste do Rio Grande do Sul. **Agrometeoros**, v. 32, p. 173-180, 2024.

TOFFANELLI, C. M.; BEDENDO, I. P. Efeito da inoculação do fitoplasma do enfezamento sobre o desenvolvimento e produção de híbridos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 4, p. 756-760, 2001.

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

TUNAZ, H.; UYGUN, N. Insect Growth Regulators for Insect Pest Control. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 28, n. 6, p. 377-387, 2004.

ULLAH, F.; GUL, H.; YOUSAF, H. K.; XIU, W.; QUIAN, D.; GAO, X.; TARIQ, K.; HAN, P.; DESNEUX, N.; SONG, D. Impact of low lethal concentrations of buprofezin on biological traits and expression profile of chitin synthase 1 gene (CHS1) in melon aphid, *Aphis gossypii*. **Scientific Reports**, v. 9, n. 12291, 2019.

USDA- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Foreign Agricultural Service: commodity data**. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/0440000>. Acesso em: 10 out. 2025.

VAN NIEUWENHOVE, G. A.; FRÍAS, E. A.; VIRLA, E. G. Effects of temperature on the development, performance and fitness of the corn leafhopper *Dalbulus maidis* (DeLong) (Hemiptera: Cicadellidae): implications on its distribution under climate change. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 18, n.1, p. 1-10, 2015.

VILANOVA, E. S.; RAMOS, A.; OLIVEIRA, M. C. S.; ESTEVES, M. B.; GONÇALVES, M. C.; LOPES, J. R. S. First Report of a Mastrevirus (*Geminiviridae*) Transmitted by the Corn Leafhopper. **Plant Disease**, v. 106, n. 5, p. 1330-1333, 2022.

VIRLA, E. G.; DÍAZ, C. G.; CARPANE, P.; LAGUNA, I. G. Evaluación preliminar de la disminución en la producción de maíz causada por el "*Corn Stunt Spiroplasma*" (CSS) en Tucumán, Argentina. **Bolétin de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 30, p. 403-413, 2004.

VIRLA, E. G.; MOYA-ROYGOZA, G.; ALBARRACIN, E. L. Egg parasitoids of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis*, in the southernmost area of its distribution range. **Journal of Insect Science**, v. 13, n. 10, p. 1-10, 2013.

VIRLA, E. G.; AROAZ, M. V. C.; ALBARRACIN, E. L. Estimation of direct damage to maize seedlings by the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), under different watering regimes. **Bulletin of Entomological Research**, v. 111, n. 4, p. 1-7, 2021.

VIVEKANANDHAN, P.; ALFORD, L.; KRUTMUANG, P. Role of entomopathogenic fungi in sustainable agriculture. **Frontiers Microbiology**, v. 15, 2024.

WANG, Z.; ZHOU, C.; LONG, G. -Y.; YANG, H.; JIN, D. -C. Sublethal effects of buprofezin on development, reproduction, and chitin synthase 1 gene (SfCHS1) expression in the white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* (Hemiptera: Delphacidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 21, n. 2, p. 585-591, 2018.

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

WAQUIL, J. M. **Cigarrinha-do-milho: vetor de mollicutes e vírus**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. (Circular Técnica, 41).

XU, J.; WILLMAN, M.; TODD, J.; KIM, K. -H.; REDINBAUGH, M. G.; STEWART, L. R. Transcriptome of the Maize Leafhopper (*Dalbulus maidis*) and Its Transcriptional Response to *Maize Rayado Fino Virus* (MRFV), Which It Transmits in a Persistent, **Propagative Manner Microbiology Spectrum**, v. 9, n.3, 20 p., 2021.

YADAV, I. C.; DEVI, N. L. Pesticides Classification and Its Impact on Human and Environment. **Environmental Science And Engineering**, v. 6, n. 7, p. 140-158, 2017.

ZHAO, Y.; DAVIS, R. E.; LEE, I. M. Phylogenetic positions of '*Candidatus Phytoplasma asteris*' and *Spiroplasma kunkelii* as inferred from multiple sets of concatenated core housekeeping proteins. **International Journal Of Systematic And Evolutionary Microbiology**, v. 55, n. 5, p. 2131-2141, 2005.