

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIA, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
CURSO DE AGRONOMIA

ALESSANDRO DA SILVA

METOMIL E *Beauveria bassiana* (Simbi BB 15) NO MANEJO DA CIGARRINHA-DO-
MILHO

PONTA GROSSA
2025

ALESSANDRO DA SILVA

METOMIL E *Beauveria bassiana* (Simbi BB 15) NO MANEJO DA CIGARRINHA-DO-MILHO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção de Grau de Engenheiro Agrônomo na
Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Orcial Ceolin Bortolotto

PONTA GROSSA
2025



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
COLEGIADO DO CURSO DE AGRONOMIA
COORDENAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

OTCC - Ano 2025

AVALIAÇÃO DE TCC

RELATÓRIO DA BANCA EXAMINADORA

Título da Monografia:	<u>METOMIR E Beauveria bassiana</u> <u>No manejo da cigarrinha - DO-MILHO</u>		
Autor (a):	<u>ALESSANDRO DA SILVA</u>		
Data da defesa:	<u>16/05/2025</u>	Horário:	<u>08:00</u> Local: _____

Avaliadores:	
1-Orientador (a): <u>Orival C. Bonobatto</u>	Assinatura: <u>[Assinatura]</u>
2-Avaliador (a): <u>Lucas A. M. Lisboa</u>	Assinatura: <u>[Assinatura]</u>
3-Avaliador (a): <u>Rafael Domingues</u>	Assinatura: <u>[Assinatura]</u>

Itens a serem avaliados	Notas atribuídas		
	Orientador(a)	1º Avaliador(a)	2º Avaliador(a)
I- Apresentação oral (Até 2,0)	2.0	2,0	1,9
II- Trabalho escrito (Até 6,0)	4.8	4,5	5,0
III- Arguição (Até 2,0)	1.7	1,5	1,8
TOTAL	8.5	8,0	8,7
MÉDIA FINAL *	8.4		

* Orientador(a) nota final com uma casa após a vírgula

Atenção Professor(a) ORIENTADOR(A):

No caso de apresentação de trabalho, em evento técnico-científico, no qual o acadêmico conste como autor, poderá ser acrescentado ATÉ 10% da nota, na somatória final. Apresentar comprovante junto com os documentos entregues para a Coordenação de TCC.

FORMULÁRIO 4
OTCC
AGRONOMIA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por todas as bênçãos e forças divinas que me foram concedidas ao longo deste período, orientando meus passos e iluminando meu caminho.

Ao Professor Doutor Orcial Ceolin Bortolotto, pela imensa contribuição em minha formação, pelo companheirismo, orientação constante e pela transmissão dos valiosos conhecimentos que me acompanham durante esse ciclo de graduação. Sua paciência e dedicação foram essenciais para o meu crescimento acadêmico e pessoal

A minha família, especialmente aos meus pais, por todo o amor, paciência e apoio incondicional, desde o primeiro dia até aqui. Sem o suporte de vocês, nada disso seria possível.

Aos meus amigos Henrique Gaça Junior e Carla Moleta, pela motivação e incentivo para que eu prestasse o vestibular.

Aos servidores da Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON-UEPG), pela disposição, paciência e dedicação tanto nos serviços prestados em campo quanto pelos ensinamentos práticos e técnicos, que foram essenciais no meu aprendizado.

A todos os professores que tive a honra de conhecer ao longo dessa jornada por compartilharem suas áreas de expertise, permitindo que eu amadurecesse academicamente. Graças a vocês, estou prestes a concluir a graduação com muito mais conhecimento do que do início.

A toda a equipe do Laboratório de Entomologia Aplicada da UEPG e amigos de outros laboratórios pelos auxílios nas atividades de campo e pelo constante incentivo a pesquisa. Em especial os meus amigos, sendo eles Guilherme Janik, Diogo Chesini, Renan Zelenki, Guilherme Madureira e Rafael Araujo.

RESUMO

SILVA, A. **METOMIL E *Beauveria bassiana* NO MANEJO DA CIGARRINHA-DO-MILHO**. Orientador: Prof. Dr. Orcial Ceolin Bortolotto. Ponta Grossa, 2025. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2025.

A cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) tem se destacado como uma das principais pragas na cultura do milho, causando perdas significativas de produção, sendo vetor de mollicutes e vírus que provocam o complexo de enfezamentos, resultando em severas perdas de produtividade. Devido à dificuldade no controle e à necessidade de práticas mais sustentáveis, estratégias integradas utilizando inseticidas químicos e biológicos são fundamentais para o manejo da praga. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia do controle da cigarrinha-do-milho utilizando o inseticida químico Metomil (Upmyl®) e o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (FlyControl®), aplicados isoladamente, de forma alternada e em mistura de tanque. O experimento foi conduzido na Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON-UEPG), em Ponta Grossa – PR, na safra 2023/24, sob sistema de plantio direto, em delineamento experimental de Blocos Inteiramente Casualizados. Os tratamentos testados foram: 1) Testemunha; 2) *Beauveria bassiana* (biológico isolado); 3) Metomil (químico isolado); 4) Aplicações intercaladas (Metomil e *Beauveria bassiana*) e 5) Mistura de Metomil + *Beauveria bassiana*. As variáveis analisadas incluíram incidência e severidade do complexo de enfezamentos, teor de clorofila, circunferência de colmo, peso de espiga e altura de planta. Os tratamentos com Metomil isolado e sua combinação com *Beauveria bassiana* em mistura se destacaram, proporcionando melhor controle da praga e consequentemente redução significativa da incidência do enfezamento e vírus da risca, além de promoverem aumento no peso de espiga comparado à testemunha.

Palavras-chave: metilcarbamato, *Zea mays*, enfezamento, controle de pragas, vírus da risca.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Protocolos de tratamento e suas dosagens. Ponta Grossa, 2025.	18
--	----

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - Croqui da área experimental onde foi conduzido o experimento em Blocos Inteiramente Casualizado. Ponta Grossa, 2024..... 20
- FIGURA 2** - Equipamento clorofilômetro ClorofiLOG CDL1030 para a aferição dos teores de clorofila A e B no experimento. Ponta Grossa, 2024..... 21
- FIGURA 3** - Equipamento paquímetro digital It. Blue utilizado na aferição do parâmetro de diâmetro de colmo no experimento. Ponta Grossa, 2024..... 22
- FIGURA 4** - Escala de notas utilizadas para avaliação de severidade de milho aos enf. no experimento. Ponta Grossa- PR, 2025..... 23
- FIGURA 5** - Régua topográfica utilizada para aferição da altura de planta e altura de inserção de espiga. Ponta Grossa, 2024..... 23
- FIGURA 6** - Momento das avaliações de diâmetro, comprimento e peso de espiga das 15 espigas colhidas aleatoriamente de uma determinada parcela experimental (A). Espigas colhidas ensacadas e identificadas para posterior avaliação (B). Ponta Grossa, 2024..... 24
- GRÁFICO 1** - Médias para incidência de enfezamento (%) para todos os tratamentos, sendo avaliadas todas as plantas de milho presentes nas duas linhas centrais de cada parcela experimental. Onde, testemunha (sem aplicação de inseticida), Metomil (1,0 L ha⁻¹ com 4 aplicações), Beauveria bassiana (Simbi BB 15, 0,3 L ha⁻¹, com 4 aplicações), Metomil/Beauveria bassiana (aplicação intercalada, 1,0 L ha⁻¹ e 0,3 L ha⁻¹) e Metomil + Beauveria bassiana (em mistura, 1,0 L ha⁻¹ + 0,2 L ha⁻¹). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: 46,16%. Ponta Grossa, 2025..... 26
- GRÁFICO 2** - Médias para incidência de vírus da risca (%) para todos os tratamentos, sendo avaliadas todas as plantas de milho presentes nas duas linhas centrais de cada parcela experimental. Onde, testemunha (sem aplicação de inseticida), Metomil (1,0 L ha⁻¹ com 4 aplicações), Beauveria bassiana (Simbi BB 15, 0,3 L ha⁻¹, com 4 aplicações), Metomil/Beauveria bassiana (aplicação intercalada, 1,0 L ha⁻¹ e 0,3 L ha⁻¹) e Metomil + Beauveria bassiana (em mistura, 1,0 L ha⁻¹ + 0,2 L ha⁻¹). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: 8,60%. Ponta Grossa, 2025..... 27

GRÁFICO 3 - Médias para severidade de vírus da risca (%) para todos os tratamentos, sendo avaliado um total de 15 plantas por parcela experimental. Onde, testemunha (sem aplicação de inseticida), Metomil (1,0 L ha⁻¹ com 4 aplicações), Beauveria bassiana (Simbi BB 15, 0,3 L ha⁻¹, com 4 aplicações), Metomil/Beauveria bassiana (aplicação intercalada, 1,0 L ha⁻¹ e 0,3 L ha⁻¹) e Metomil + Beauveria bassiana (em mistura, 1,0 L ha⁻¹ + 0,2 L ha⁻¹). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: 8,61%. Ponta Grossa, 2025. 28

GRÁFICO 4 - Médias para circunferência de colmo (mm) para todos os tratamentos, sendo avaliadas um total de 20 plantas por parcela experimental. Onde, testemunha (sem aplicação de inseticida), Metomil (1,0 L ha⁻¹ com 4 aplicações), Beauveria bassiana (Simbi BB 15, 0,3 L ha⁻¹, com 4 aplicações), Metomil/Beauveria bassiana (aplicação intercalada, 1,0 L ha⁻¹ e 0,3 L ha⁻¹) e Metomil + Beauveria bassiana (em mistura, 1,0 L ha⁻¹ + 0,2 L ha⁻¹). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: 4,90% Ponta Grossa, 2025. 30

GRÁFICO 5 - Médias para peso de espiga (g) para todos os tratamentos, sendo avaliadas um total de 15 espigas escolhidas aleatoriamente por parcela experimental. Onde, testemunha (sem aplicação de inseticida), Metomil (1,0 L ha⁻¹ com 4 aplicações), Beauveria bassiana (Simbi BB 15, 0,3 L ha⁻¹, com 4 aplicações), Metomil/Beauveria bassiana (aplicação intercalada, 1,0 L ha⁻¹ e 0,3 L ha⁻¹) e Metomil + Beauveria bassiana (em mistura, 1,0 L ha⁻¹ + 0,2 L ha⁻¹). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: 6,52%. Ponta Grossa, 2025. 31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO MILHO	13
3.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO MILHO	14
3.3 RELEVÂNCIA DA CIGARRINHA-DO-MILHO PARA A CULTURA.....	14
3.4 CONTROLE QUÍMICO DA PRAGA	16
3.5 CONTROLE BIOLÓGICO DA PRAGA	17
3.6 RELAÇÃO PATÓGENO-VETOR	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 LOCAL E PRODUÇÃO DO MATERIAL VEGETAL	20
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	20
4.3 AVALIAÇÕES.....	22
4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6 CONCLUSÕES.....	34
7 REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma das culturas agrícolas mais importantes no mundo e no Brasil, devido à sua ampla utilização na alimentação humana, animal e na indústria. É base para diversos produtos como farinhas, óleos, etanol e até antibióticos, tendo grande valor econômico e estratégico. No Brasil, sua produção em larga escala contribui para a segurança alimentar e exportações. A crescente demanda, especialmente na nutrição animal por seu alto valor energético, impulsiona investimentos em tecnologias como melhoramento genético e transgenia, que visam aumentar a produtividade e resistência da cultura.

No entanto, dentre as diversas pragas que afetam a cultura do milho, a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) tem sido historicamente uma das maiores preocupações para os produtores. No entanto nos últimos anos, a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) surgiu como uma ameaça crescente e preocupante. Esse inseto é destacado por ser vetor de doenças graves, como a virose do raiado fino e o enfezamento pálido e vermelho, efeitos nocivos podem ser devastadores para a produtividade da cultura. Essas doenças transmitidas pela cigarrinha, podem comprometer significativamente o desenvolvimento das plantas, especialmente em híbridos suscetíveis, resultando em perdas consideráveis de rendimento.

Atualmente, o controle das doenças causadas pelo enfezamento nas lavouras é um grande desafio especialmente devido à falta de alternativas eficazes além do uso de híbridos mais tolerantes. A estratégia mais eficiente para reduzir incidência dessas doenças é o controle do inseto vetor, o *Dalbulus maidis*. Esse inseto é responsável pela transmissão do patógeno causador do enfezamento, o que torna sua eliminação essencial para minimizar os danos nas lavouras.

Para controlar o mesmo, os agricultores recorrem principalmente a inseticidas que pertencem a diferentes grupos químicos, como carbamatos, organofosforados, neonicotinoides, e piretróides. Esses mesmos inseticidas, são frequente utilizados no manejo de outras pragas como lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e o percevejo barriga-verde (*Diceraeus sp*), ampliando o espectro de controle de diversas pragas ao mesmo tempo.

No entanto o uso desses inseticida, apesar de eficaz no controle das pragas alvo, gera sérios impactos, no ambiente. Isso ocorre porque essas substâncias não são seletivas, afetando também organismos benéficos, como insetos polinizadores, e inimigos naturais das pragas. O efeito adverso sobre essas espécies pode levar a desequilíbrios ecológicos significativos, prejudicando o funcionamento do agro ecossistema e a biodiversidade. Além disso, o uso

excessivo de químicos pode resultar no desenvolvimento de resistência por parte das pragas, tornando o controle cada vez mais difícil.

Por esses motivos, é essencial que os agricultores busquem alternativas sustentáveis de manejo integrado de pragas, como a rotação de culturas, o uso de inimigos naturais e a aplicação seletiva de inseticidas, a fim de minimizar os impactos negativos ao meio ambiente e garantindo a saúde das lavouras a longo prazo. O controle biológico e o aprimoramento de híbridos resistentes são passos importantes nesse processo, além da promoção de práticas agrícolas, que favoreçam o equilíbrio ecológico.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficácia do inseticida Metomil e do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* no manejo da cigarrinha-do-milho, aplicados de forma isolada, alternada e em mistura no tanque.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a eficácia de controle de *Dalbulus maidis* sob diferentes estratégias de manejo, incluindo o uso isolado de inseticidas químicos, o controle biológico isolado, mistura de inseticidas no tanque de pulverização e aplicações intercaladas.

Estimar a incidência e severidade de enfezamento e do vírus da risca sob os diferentes tratamentos.

Analisar outras variáveis relevantes, como teor de clorofila nas folhas, o circunferência de colmo, a altura das plantas e a altura de inserção de espiga.

Determinar quais tratamentos foram mais eficazes na redução dos complexos de enfezamento e viroses transmitidos pela praga, além de contribuir para o aumento da produtividade da cultura do milho no campo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays*) é cultivado desde 5.000 a.C, e os registros de espigas mais antigas encontradas remontam a aproximadamente 7 mil anos. A espécie é nativa do continente americano, com indícios de sua presença inicial em pequenas ilhas localizadas próximas ao litoral do México, na região do Golfo do México (Kerchner *et al.*, 2024).

Atualmente, é o cereal mais cultivado no mundo em termos de produção, superando o arroz (*Oryza sativa*) e o trigo (*Triticum aestivum*). No Brasil, é a segunda commodity mais importante, com produção total estimada em 124,7 milhões de toneladas na safra 2024/25, considerando os três ciclos da cultura realizados no país (CONAB, 2025).

O Brasil possibilita boas condições edafoclimáticas para o cultivo do milho em diferentes regiões. No Paraná, sudoeste de São Paulo, sul do Mato Grosso, acima de 600 m de altitude, há riscos elevados de geadas, principalmente nos meses de junho e julho. A produtividade do milho é diretamente afetada pelo regime de chuvas, limitações na radiação e geadas. Portanto, quanto mais tarde for o plantio, menor será o seu potencial produtivo e maior os riscos de perdas por adversidades climáticas (seca ou geadas) (Cruz *et al.*, 2008).

O milho é utilizado na rotação de culturas, pois além de fornecer grãos, contribui com a formação de palhada para a proteção do solo (Theisen *et al.*, 2008), pois possui alto potencial de produção de biomassa, com alta relação C/N (carbono/nitrogênio) (Cruz *et al.*, 2006).

É um cereal de grande versatilidade, sendo amplamente utilizado em diferentes setores. Seu consumo é direcionado principalmente à produção de ração animal (61%) e à alimentação humana (17%), além de atender a diversos outros usos industriais (22%). Para o consumo humano é necessário transformações do milho não podendo ser consumido quando o grão está seco, apenas quando está verde, na condição de grão leitoso (Cruz *et al.*, 2006; Cruz *et al.*, 2008).

Outra importante finalidade do milho é a produção de biocombustível, especialmente devido ao seu elevado teor de amido, o que facilita sua conversão em etanol (Kaur *et al.*, 2025). Segundo o Ministério de Minas e Energia (2025), em 2023 o etanol derivado do milho representou 16% da produção total de biocombustíveis no Brasil. Esse avanço tem sido impulsionado por fatores como os preços competitivos do milho, a redução nos custos de produção e a constante expansão da cultura no país (Bortoletto; Alcarde, 2015).

3.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO MILHO

O milho é uma planta anual, herbácea e monóica, pertencente à família Poaceae. Seu ciclo de desenvolvimento completo dura entre quatro e cinco meses (Pons; Bresolin, 1981; Souza; Lorenzi, 2019). Trata-se de uma espécie com metabolismo C₄, ou seja, possui alta eficiência na utilização de luz e CO₂, tornando-a eficaz no armazenamento de energia (Magalhães *et al.*, 2002).

O colmo do milho é forte, ereto e consistente, sustenta as folhas e as espigas, sendo uma reserva essencial de fotoassimilados que deverão ser translocados para as espigas (Magalhães; Jones, 1990; Pons; Bresolin, 1981). Não são observadas emissões de brotos ou ramificações no colmo. As folhas estão dispostas de forma alternada em lados opostos do caule, caracterizando-se por serem longas, estreitas e com bordas onduladas. Suas flores estaminadas (masculinas) desenvolvem-se no pendão localizado na extremidade do eixo principal do caule, enquanto as inflorescências pistiladas (femininas) se formam mais abaixo e, ao amadurecerem, originam as espigas comestíveis. Apresenta raízes do tipo fasciculada que atingem o solo e ramificam-se intensamente e as raízes de suporte que dão sustentação a planta (Souza; Lorenzi, 2019; Mendes, 1934).

A temperatura interna da planta geralmente acompanha a do ambiente, o que faz com que variações periódicas possam influenciar diretamente seus processos metabólicos. O milho tolera variações de temperatura entre 10°C a 30°C; abaixo desse intervalo, o crescimento da planta é quase nulo, e acima, ocorre uma redução significativa na produtividade (Cruz *et al.*, 2006).

As fases de desenvolvimento da cultura do milho são divididas em dois principais estádios fenológicos: estágio vegetativo (V) e estádios reprodutivos. O VE (emergência) representa o surgimento do coleóptilo acima da superfície do solo e a radícula é emitida, após a semeadura. Após a emergência da plântula, os estágios vegetativos do milho são identificados por subdivisões numéricas, como V1, V2, V3, até Vn — sendo "n" o número de folhas com colarinho visível. Esse desenvolvimento prossegue até o estágio VT, que marca a emergência completa do pendão. Os estádios reprodutivos começam no embonecamento e polinização (R1) e terminam na maturidade fisiológica do grão (R6) (Magalhães *et al.*, 2002; Fancelli, 2015).

3.3 RELEVÂNCIA DA CIGARRINHA-DO-MILHO PARA A CULTURA

Atualmente, a cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) é considerada a praga mais prejudicial à cultura do milho (Oliveira; Frizzas, 2021). Sua distribuição geográfica abrange o sul da América do Norte, América Central e América do Sul (Santana *et al.*, 2019). No Brasil, está presente em praticamente todo o território nacional (Ribeiro; Canale, 2021).

Geralmente, as fêmeas são maiores que os machos e realizam postura endofítica, depositando os ovos no mesófilo das folhas de milho, próximo à nervura central. O desenvolvimento do ovo até o estágio adulto leva de 15 a 27 dias, sendo que cada fêmea pode colocar entre 400 e 600 ovos. Em condições normais, é possível que ocorra até duas gerações no ciclo do milho (Ávila *et al.*, 2022).

Na fase adulta, a cigarrinha-do-milho pode medir até 4 mm de comprimento, apresentando coloração predominante “amarelo-palha” e duas manchas pretas no dorso da cabeça. Pode haver diferenças entre espécimes, como registrado por Oliveira *et al.*, (2004), onde em locais mais quentes como no Nordeste, eram menores com menos pigmentação em relação aos que eram observados na região centro-sul do país, mais fria.

Sua existência está diretamente condicionada à presença de um hospedeiro, no caso o milho, pois necessita da planta para se alimentar e se reproduzir (Oliveira; Frizzas, 2022). Migra de um local para o outro devido aos cultivos de segunda safra e a presença de milho remanescente da colheita anterior (Oliveira; Lopes; Nault, 2013). Culturas como sorgo, trigo, milheto e braquiárias próximas às áreas onde o milho é cultivado podem servir como abrigo e fonte de alimentação durante a entressafra, sem que ocorra sua reprodução (Oliveira; Frizzas, 2021).

Em plantas jovens de milho, o inseto se desloca lateralmente sobre a planta e fica localizado no interior do verticilo e em plantas adultas, se distribuem dentro das folhas em ambos os lados (abaxial e adaxial). Contudo, as ninfas preferem a parte inferior da folha (Oliveira; Frizzas, 2021; Ávila *et al.*, 2022).

A cigarrinha-do-milho é capaz de sobreviver em temperaturas entre 10 °C e 32,2 °C; contudo, temperaturas mais baixas tendem a prolongar sua longevidade, enquanto temperaturas mais elevadas reduzem seu tempo de vida (Waquil *et al.*, 1999).

Em altas densidades populacionais, a sucção intensa pode levar à morte de plantas jovens e à redução da fotossíntese, devido à presença de ovos nas folhas. Quando infectada à cigarrinha, pode transmitir três principais doenças: enfezamento pálido (*Spiroplasma kunkelii*, espiroplasma), enfezamento vermelho (fitoplasma do nanismo - MBS) e o vírus da risca do milho (maize rayado fino marafivirus – MRFV) (Oliveira; Lopes; Nault, 2013; Santana *et al.*,

2019). A transmissão desses patógenos ocorre de forma persistente e propagativa, o que pode levar a altos níveis de infestação nas lavouras (Santana *et al.*, 2019).

O enfezamento pálido manifesta-se por meio de clorose difusa, encurtamento dos entrenós, redução do crescimento (“planta fica enfezada”) e, em casos severos, esterilidade parcial ou total das espigas. O enfezamento vermelho é caracterizado por avermelhamento progressivo das folhas, perfilhamento excessivo, encurtamento do colmo e atraso no florescimento. Já a infecção por MRDV provoca o aparecimento de estrias cloróticas finas paralelas às nervuras das folhas, podendo evoluir para necrose foliar e comprometimento do desenvolvimento fisiológico da planta (Oliveira; Sabato, 2018).

3.4 CONTROLE QUÍMICO DA PRAGA

No Brasil, o uso de inseticidas é amplamente recomendado para o controle de pragas, tanto em sistemas de cultivo convencional quanto em plantio direto, especialmente quando a cultura é implantada tardiamente. O controle da cigarrinha-do-milho, na maioria dos casos, é realizado por meio de produtos químicos, incluindo o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos e aplicações por pulverização nos estágios iniciais de desenvolvimento da cultura (Gonzatto *et al.*, 2023; Ribeiro *et al.*, 2023). Em áreas sem histórico de enfezamentos ou onde a lavoura atual não foi estabelecida em sucessão ao cultivo de milho, o tratamento de sementes pode, por si só, ser eficaz na redução dos riscos de ocorrência dessas doenças. Já em regiões com alta incidência de enfezamentos, o mais indicado é que a pulverização seja realizada de forma conjunta por todos os produtores locais, a fim de evitar a migração contínua de insetos provenientes de áreas vizinhas (Ávila *et al.*, 2022).

Atualmente, são listadas aproximadamente 75 marcas comerciais de inseticidas químicos liberadas no Paraná para o controle da cigarrinha-do-milho (ADAPAR, 2025). No entanto, nem todos os inseticidas apresentam alta eficiência de controle, necessitando muitas aplicações ou de outras medidas de controle complementar. Inseticidas como o metomil (metilcarbamatos), são recomendados para o controle de cigarrinha-do-milho. Este possui propriedades sistêmicas, com ação tanto por contato quanto por ingestão (Rocha *et al.*, 2020). No estudo de Ribeiro *et al.*, (2023), o uso do inseticida metomil demonstrou alta eficácia no controle da população da cigarrinha-do-milho, resultando em uma redução de até 87,7% em dez dias após a primeira aplicação e de até 96,9% em sete dias após a segunda aplicação.

3.5 CONTROLE BIOLÓGICO DA PRAGA

Dada a importância da cigarrinha-do-milho e o impacto econômico significativo das doenças por ela transmitidas, cresce o interesse na elaboração de programas de controle biológico e estratégias de manejo integrado, visto que o uso indiscriminado de produtos químicos pode vir a causar resistência da praga e trazer danos ao meio ambiente, como a redução de organismos benéficos (Virla; Melo; Speranza, 2015; Lovato *et al.*, 2024). O controle biológico é uma alternativa eficaz ao uso de produtos químicos, pois têm a possibilidade de persistir no ambiente através da sua propagação e colonização de diversos insetos-pragas, reduzindo os custos operacionais (Gonzatto *et al.*, 2023).

A cigarrinha-do-milho possui um diversificado conjunto de inimigos naturais, sendo os mais estudados os parasitóides e espécies fungos entomopatogênicos (Virla; Melo; Speranza, 2015). Os fungos entomopatogênicos estão presentes nos agroecossistemas e representam aproximadamente 700 espécies em 100 gêneros (Toledo; Alippi; Lenicov, 2011). Dentre os mais utilizados na literatura é a *Beauveria bassiana*, comumente encontrada na natureza, cresce no solo e têm mostrado eficácia no controle de diferentes pragas (Toledo; Alippi; Lenicov, 2011; Smagghe *et al.*, 2023). Os esporos são aplicados nas plantações afetadas na forma de emulsão ou pó molhável, funcionando como inseticidas biológico. *B. bassiana* é conhecida por ser um pesticida de amplo espectro, pois ataca uma grande variedade de artrópodes hospedeiros. As condições ideais para que a proliferação da *B. bassiana* são umidade relativa próxima a 90% e temperatura ideal de 23 a 28°C (Sinha; Choudhary; Kumari, 2016).

O fungo atua em todos os estágios de desenvolvimento do inseto, causando patologias e a sua morte. Após aderir ao exoesqueleto do inseto, os conídios do fungo germinam e formam estruturas especializadas que rompem a cutícula do hospedeiro por meio de pressão mecânica e enzimas. As hifas fúngicas então invadem a hemocele, proliferam, colonizam os tecidos internos, exploram os nutrientes e evitam a resposta imune do inseto. Durante esse processo, são produzidos metabólitos tóxicos, que atuam como imunossupressores e levam à morte do hospedeiro (Smagghe *et al.*, 2023).

A eficiência da *B. bassiana* para controlar a cigarrinha-do-milho pode ser questionada, pois à nível cuticular sua infecção é prejudicada por barreiras químicas de compostos químicos (fenóis, lipídios e quinonas) ou por bactérias antagonicas (Toledo; Alippi; Lenicov, 2011). Nos estudos de Lovato *et al.* (2024) observou-se que a utilização de *B. bassiana* apresentou eficiência de 71,84% no controle da cigarrinha-do-milho, não diferindo significativamente de controles como o do uso de inseticida químico (Metomil), porém nota-se que a eficiência de

controle reduziu acentuadamente ao longo dos dias de avaliação, chegando a 13,50% ao nono dia após a aplicação. Similarmente, os resultados de Ribeiro *et al.*, (2023) indicaram que o controle realizado com o fungo isolado apresentou menor eficácia em comparação aos inseticidas químicos, alcançando uma eficiência máxima de 38,1% nos três primeiros dias após a primeira aplicação e de 39,7% aos dez dias após a segunda aplicação. Mais estudos são necessários para compreender melhor a eficácia do fungo *B. bassiana* sobre a cigarrinha-do-milho.

3.6 RELAÇÃO PATÓGENO-VETOR

Compreender as relações patógeno-vetor é essencial para entender como ocorrem os comportamentos que favorecem a transmissão dos patógenos. No caso da cigarrinha-do-milho, a relação patógeno-vetor é do tipo persistente-propagativa, ou seja, após adquirir o patógeno, a cigarrinha o retém e este se multiplica no seu organismo por toda a sua vida. O patógeno tem a capacidade de também se multiplicar na planta hospedeira (Sabato; Oliveira; Silva, 2015).

Em condições de campo, as cigarrinhas-do-milho adquirem os patógenos ao se alimentar de plantas infectadas e transmite para plantas saudáveis. Em regiões onde é feito o cultivo sucessivo de milho, a migração das cigarrinhas contribui com a evolução das doenças (Waquil, 2004).

A transmissão do espiroplasma e do fitoplasma pode ocorrer tanto de maneira simultânea quanto isoladamente (Oliveira; Sabato, 2018). No entanto, o tempo necessário para a aquisição e inoculação dos patógenos pode variar. O espiroplasma, pode ser adquirido após uma hora de alimentação em uma planta infectada. O período latente é de aproximadamente 17 a 23 dias, e a inoculação pode ocorrer após uma hora de alimentação em uma planta saudável. De forma semelhante, o fitoplasma também pode ser adquirido em curto período de alimentação, com período latente de 22 a 28 dias. A inoculação ocorre em aproximadamente meia hora de alimentação (Sabato; Oliveira; Silva, 2015).

Os espiroplasmas se multiplicam primariamente nas raízes da planta, porém a dinâmica de multiplicação do fitoplasma não é bem conhecida (Oliveira; Sabato, 2018). O processo de transmissão pode ser realizado tanto por ninfas quanto por adultos, porém a taxa de transmissão diminui com o avanço da idade do inseto. Além disso, as fêmeas tendem a ser mais eficientes na transmissão dos patógenos (Sabato; Oliveira; Silva, 2015).

Os sintomas dos enfezamentos manifestam-se de forma característica, com maior intensidade na fase reprodutiva das plantas de milho, embora possam surgir ainda antes, ou na fase de florescimento (Oliveira; Sabato, 2018).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL E PRODUÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

O experimento foi realizado na Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON-UEPG), em uma área de pesquisa sob sistema de plantio direto, no município de Ponta Grossa, PR, durante a safra 2023/24. O clima local é classificado como Cfb, segundo Köppen (1970), caracterizado por precipitações bem distribuídas ao longo do ano (variando entre 1100 mm e 2000 mm), ausência de estação seca e temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C.

O híbrido de milho utilizado foi K7667VIP3 (KWS Seeds), caracterizado por seu ciclo superprecoce e alto rendimento. Amplamente empregado tanto na produção de grãos quanto de silagem. Apresenta moderada tolerância ao complexo de enfezamentos e é bem aceito pelos produtores da região. A semeadura ocorreu em novembro de 2023, com uma densidade de 3,2 sementes por metro e espaçamento de 0,45 m entre linhas, resultando em uma população aproximada de 71.110 plantas por hectare.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento foi conduzido em um delineamento de Blocos Inteiramente Casualizados, com quatro repetições. Cada parcela experimental possui uma área de 60 m², e os tratamentos estão detalhados na tabela a seguir.

Tabela 1 – Protocolos de tratamento e suas dosagens. Ponta Grossa, 2025.

Tratamento	Composição	Doses
1	Testemunha	Ausência de produtos
2	<i>Beauveria bassiana</i> (biólogico isolado)	0,3 L ha ⁻¹
3	Metomil (químico isolado)	1 L ha ⁻¹
4	Metomil + <i>Beauveria bassiana</i> (intercalado)	1 L ha ⁻¹ e 0,3 L ha ⁻¹
5	Metomil + <i>Beauveria bassiana</i> (mistura)	1 L ha ⁻¹ + 0,2 L ha ⁻¹

Abaixo, o croqui da área experimental conforme os tratamentos listados na tabela anterior:

Figura 1 - Croqui da área experimental onde foi conduzido o experimento em Blocos Inteiramente Casualizado. Ponta Grossa, 2024.

		RUA/CORREDOR					
ÁREA EXPERIMENTAL	2	5	4	1	CERCA VIVA (BASF)		
	4	4	3	5			
	3	2	1	2			
	5	1	2	4			
	1	3	5	3			
	BLOCO I	BLOCO II	BLOCO III	BLOCO IV			
		ÁREA EXPERIMENTAL					

Fonte: O autor.

Ao todo, foram efetuadas quatro aplicações no experimento, respectivamente nos dias 04, 11, 18 e 27 de dezembro de 2023, utilizando um pulverizador costal pressurizado a CO₂. As aplicações sucederam no período da manhã, correspondendo aos estádios fenológicos V2, V4, V6 e V8 da cultura. As doses dos produtos comerciais foram de 1,0 L ha⁻¹ de Metomil (UPMYL®) e no caso de *Beauveria bassiana* (FlyControl®), 0,3 L ha⁻¹ quando aplicado isoladamente e 0,2 L ha⁻¹ quando aplicado em mistura. O volume de calda foi fixado em 120 L ha⁻¹ para todos os tratamentos.

O inseticida Metomil (UPMYL®) é um inseticida do grupo químico Metilcarbamato de Oxima, amplamente utilizado no controle de pragas agrícolas devido ao seu modo de ação sistêmico e de contato, proporcionando um efeito de choque rápido. Sua principal função é inibir a acetilcolinesterase, uma enzima essencial para o funcionamento do sistema nervoso dos insetos, causando paralisia e morte. Esse inseticida é eficaz contra diversas pragas, como lagartas, tripses, pulgões e percevejos, sendo recomendado para culturas como soja, milho, algodão, tomate e batata. Além disso apresenta baixa persistência no ambiente, degradando-se rapidamente e minimizando o risco de resíduos nos alimentos.

O bioinseticida FlyControl® (Simbiose), de ingrediente ativo o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*, caracterizado por um isolado exclusivo (Simbi BB 15) na concentração de 2x10⁹ UFC/ml. Sua formulação em dispersão de óleo (OD) elimina a necessidade de refrigeração e garante vida útil de seis meses em temperatura ambiente. Esse

inseticida microbiológico é recomendado para aplicação em mistura com diversos defensivos, oferecendo boa compatibilidade e proteção do ingrediente ativo contra radiação UV e dessecação no campo.

4.3 AVALIAÇÕES

O primeiro parâmetro analisado foi a incidência e severidade do complexo de enfezamento e vírus da risca, quando o milho estava no estágio V9. A avaliação consistiu em determinar a proporção de folhas com sintomas da virose em relação ao total de folhas de cada planta. Os dados foram coletados a partir de uma amostragem de 15 plantas por parcela experimental ou seja, 60 plantas por tratamento.

Em seguida, a segunda variável analisada foi o teor de clorofila, avaliado em 13 de janeiro de 2024, quando a cultura do milho estava no estágio V10. A aferição foi realizada com um clorofilômetro (ClorofiLOG CFL 1030) da marca Falker que forneceu os valores de clorofila A e B presente nas folhas. Para a avaliação foram analisadas 15 plantas por parcela experimental totalizando 60 plantas por tratamento. A medição consistiu em posicionar o clorofilômetro sempre na região central da última folha expandida da planta, para a leitura do equipamento.

Figura 2 - Equipamento clorofilômetro ClorofiLOG CDL1030 para a aferição dos teores de clorofila A e B no experimento. Ponta Grossa, 2024.



Fonte: O autor.

A terceira variável analisada no experimento foi a circunferência de colmo do milho, quando o milho estava no estágio VT (Pendoamento). Considerando o formato levemente

ovalado do colmo, as medições foram realizadas com um paquímetro digital da marca It. Blue, registrando os diâmetros maior e menor entre o nó localizado a 10 centímetros do solo. Para a avaliação, foram analisadas 15 plantas por parcela experimental, totalizando 60 plantas por tratamento. Após a coleta dos dados em campo, a circunferência do colmo de cada planta avaliada foi calculada utilizando a formula de Ramanujan (1914), a seguir:

$$C = \pi * (a + b) * [1 + \frac{3 * e^2}{10 + \sqrt{4 - 3 * e^2}}]$$

Onde:

C = circunferência do colmo

π = número de pi

b = semi-eixo menor

a = semi-eixo maior

e = excentricidade do colmo

Figura 3 - Equipamento paquímetro digital It. Blue utilizado na aferição do parâmetro de diâmetro de colmo no experimento. Ponta Grossa, 2024.



Fonte: O autor

No estágio R1 do milho, fase de embonecamento e polinização, ocorreu a quarta avaliação onde foram avaliados a incidência e severidade do complexo de enfezamento. O procedimento seguiu o padrão de monitoramento das duas fileiras centrais de cada parcela experimental, registrando o número de plantas com ou sem sintomas da doença (incidência). Para as plantas sintomáticas, a severidade dos enfezamentos foi determinada com base na escala de notas descrita abaixo:

Figura 4 - Escala de notas utilizadas para avaliação de severidade de milho aos enfezamentos no experimento. Ponta Grossa- PR, 2025.

Nota	Descrição	Número de folhas com sintomas
1	Ausência de sintomas	-
2	Plantas com menos de 25% das folhas com sintomas, ou seja, folha avermelhada ou amarelada, ou apresentando faixas cloróticas em sua inserção.	Considerar uma média de até quatro folhas com sintomas.
3	Plantas com 25% a 50% das folhas com sintomas.	Considerar uma média de quatro a oito folhas com sintomas.
4	Plantas com 50% a 75% das folhas com sintomas.	Considerar uma média de oito a 12 folhas com sintomas.
5	Plantas com mais de 75% das folhas com sintomas.	Considerar uma média de 12 folhas com sintomas
6	Plantas com morte precoce causada por enfezamentos	-

Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2003).

A sexta variável analisada foi a altura das plantas e a altura de inserção de espiga, quando o milho estava no estágio R4 (grão pastoso). Para essas medições, foram selecionadas 15 plantas por parcela experimental. Utilizando uma régua topográfica, a altura da planta foi medida do solo até a extremidade do pendão, enquanto a altura de inserção de espiga foi determinada a partir do solo até o ponto de fixação na planta.

Figura 5 - Régua topográfica utilizada para aferição da altura de planta e altura de inserção de espiga. Ponta Grossa, 2024.



Fonte: O autor.

No dia 08 de abril de 2024, foram avaliados os parâmetros de comprimento, diâmetro e peso das espigas, com a coleta de 15 espigas aleatórias das duas linhas centrais de cada parcela.

Figura 6 – Momento das avaliações de diâmetro, comprimento e peso de espiga das 15 espigas colhidas aleatoriamente de uma determinada parcela experimental (A). Espigas colhidas ensacadas e identificadas para posterior avaliação (B). Ponta Grossa, 2024.



Fonte: O autor.

4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

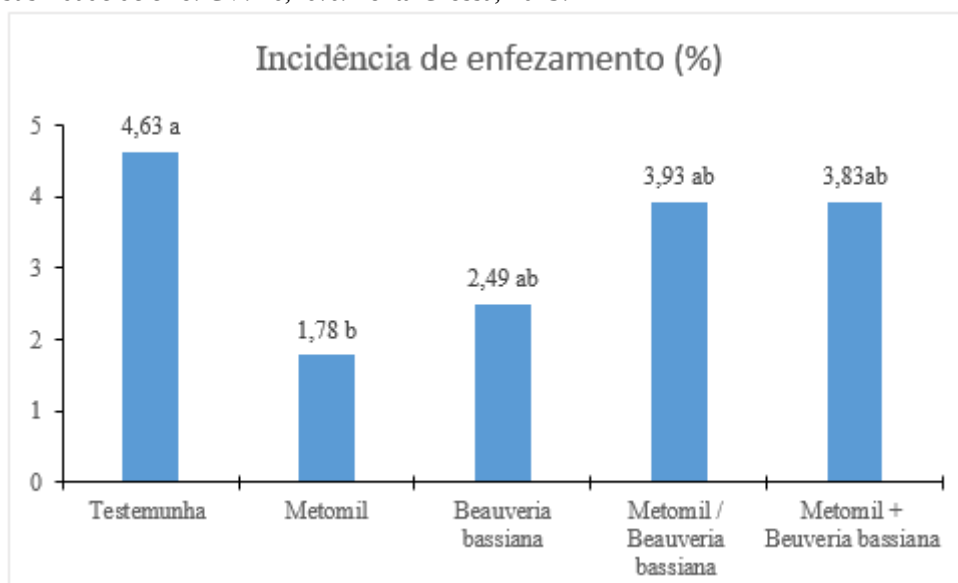
Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e, quando significativas, as diferenças entre as médias (teste de F) foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro, através do programa estatístico SASMI-Agri (Canteri *et al.*, 2001).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas variáveis analisadas e avaliadas, quatro variáveis apresentaram diferença estatística pelo teste de Duncan. E seis delas não apresentaram diferenças estatística. Considerando as variáveis que apresentaram significância estatística ao teste de Duncan a 5% são: incidência de enfezamento, incidência de vírus da risca, severidade de vírus da risca e peso de espiga.

Para as variável incidência de enfezamento (Figura 7), incidência de vírus da risca (Figura 9) e severidade de vírus da risca (Figura 10) é possível observar diferença significativa entre os tratamentos, conforme determinado pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Gráfico 1 - Médias para incidência de enfezamento (%) para todos os tratamentos, sendo avaliadas todas as plantas de milho presentes nas duas linhas centrais de cada parcela experimental. Onde, testemunha (sem aplicação de inseticida), Metomil ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$ com 4 aplicações), *Beauveria bassiana* (Simbi BB 15, $0,3 \text{ L ha}^{-1}$, com 4 aplicações), Metomil/*Beauveria bassiana* (aplicação intercalada, $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ e $0,3 \text{ L ha}^{-1}$) e Metomil + *Beauveria bassiana* (em mistura, $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ + $0,2 \text{ L ha}^{-1}$). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: 46,16%. Ponta Grossa, 2025.



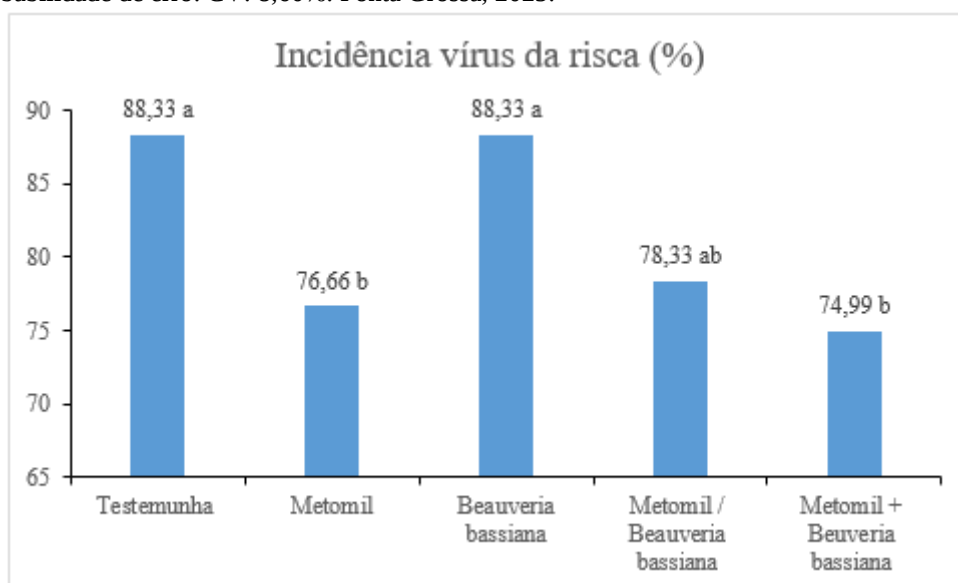
Fonte: O autor.

O tratamento com Metomil isolado apresentou a menor incidência de enfezamento (1,78%), sendo estatisticamente inferior ao tratamento controle (testemunha). Isso indica que o uso do mesmo foi eficaz na redução da incidência da doença. Por outro lado, a testemunha apresentou maior incidência da doença (4,63%), diferindo significativamente do tratamento Metomil e indicando a importância do manejo químico para a mitigação dos danos causados pelo complexo de enfezamento.

Os tratamentos com *Beauveria bassiana* isolado, Metomil/*Beauveria bassiana* intercalado e Metomil + *beauveria bassiana* em mistura apresentaram resultados intermediários, não diferindo estatisticamente nem da testemunha nem do Metomil. Isso sugere que o uso do agente biológico, isolado ou em combinação com o químico, não foi tão eficaz quanto ao uso exclusivo do inseticida químico, embora tenha demonstrado alguma redução na incidência da doença.

A avaliação da severidade do enfezamento realizada após o pendoamento do milho revelou diferenças mínimas entre os tratamentos. A média geral observada foi de nota 1, indicando ausência de sintomas nas plantas. Esse resultado pode ser explicado, de forma semelhante, pela baixa ocorrência de plantas raquíticas.

Gráfico 2 - Médias para incidência de vírus da risca (%) para todos os tratamentos, sendo avaliadas todas as plantas de milho presentes nas duas linhas centrais de cada parcela experimental. Onde, testemunha (sem aplicação de inseticida), Metomil (1,0 L ha⁻¹ com 4 aplicações), *Beauveria bassiana* (Simbi BB 15, 0,3 L ha⁻¹, com 4 aplicações), Metomil/*Beauveria bassiana* (aplicação intercalada, 1,0 L ha⁻¹ e 0,3 L ha⁻¹) e Metomil + *Beauveria bassiana* (em mistura, 1,0 L ha⁻¹ + 0,2 L ha⁻¹). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: 8,60%. Ponta Grossa, 2025.



Fonte: O autor.

A figura 8 apresenta os resultados da incidência do vírus da risca nos diferentes tratamentos avaliados. Com base na análise estatística pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, onde foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos.

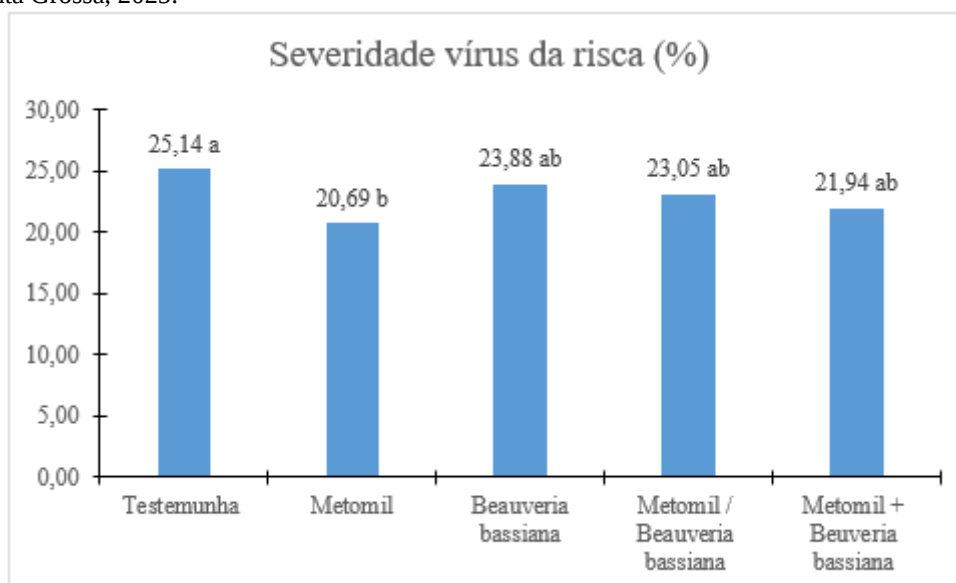
Os tratamentos com Metomil isolado e Metomil + *Beuaveria bassiana* em mistura apresentaram as menores incidência da doença, com valores de 76,66% e 74,99%, respectivamente. Isso indica que o uso do inseticida, tanto de forma isolada quanto em

combinação com o agente biológico, foi efetivo na redução da incidência do vírus da risca, provavelmente devido ao controle mais eficiente dos vetores.

O tratamento com Metomil/*Beauveria bassiana* com aplicação intercalada, obteve uma incidência intermediária, não diferindo estatisticamente. Esse resultado sugere que a associação dos dois métodos pode ter gerado um efeito moderado, porém com variação suficiente para não se destacar estatisticamente dos demais grupos.

Já o uso isolado de *Beauveria bassiana* não apresentou diferença estatística em relação a testemunha, ambos com incidência de 88,33%. Isso evidencia que, nas condições do experimento, o fungo entomopatogênico não foi eficaz na redução da incidência do vírus da risca possivelmente em razão do tempo de ação mais lento ou de fatores ambientais que afetam sua performance.

Gráfico 3 - Médias para severidade de vírus da risca (%) para todos os tratamentos, sendo avaliado um total de 15 plantas por parcela experimental. Onde, testemunha (sem aplicação de inseticida), Metomil (1,0 L ha⁻¹ com 4 aplicações), *Beauveria bassiana* (Simbi BB 15, 0,3 L ha⁻¹, com 4 aplicações), Metomil/*Beauveria bassiana* (aplicação intercalada, 1,0 L ha⁻¹ e 0,3 L ha⁻¹) e Metomil + *Beauveria bassiana* (em mistura, 1,0 L ha⁻¹ + 0,2 L ha⁻¹). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: 8,61%. Ponta Grossa, 2025.



Fonte: O autor.

O Gráfico 3, apresenta os dados de severidade do vírus da risca (%) para os diferentes tratamentos avaliados. A análise estatística, realizada por meio do teste de Duncan a 5% de significância, demonstrou diferenças estatísticas entre os tratamentos.

O tratamento com Metomil isolado apresentou a menor severidade da doença (20,69%), sendo estatisticamente diferente da testemunha. Esse resultado destaca a eficiência

do inseticida químico no controle do vetor da doença, refletindo diretamente na redução da severidade dos sintomas.

Por outro lado, a testemunha apresentou a maior severidade (25,14%), diferindo significativamente do tratamento com Metomil e indicando que, na ausência de controle, a severidade dos sintomas tende a ser mais expressiva.

Os demais tratamentos: *Beauveria bassiana* isolado, Metomil / *Beauveria bassiana* intercalado, e Metomil + *Beauveria bassiana* em mistura apresentaram valores intermediários, não diferindo estatisticamente nem da testemunha nem do Metomil isolado. Esses resultados indicam que, embora essas estratégias tenham promovido certa redução na severidade em comparação à testemunha, não foram estatisticamente superiores ao uso exclusivo do inseticida químico isolado.

A tendência de melhor desempenho do tratamento combinado (Metomil + *Beauveria bassiana*) sugere uma possível sinergia entre o controle químico e o biológico, embora não tenha alcançado significância estatística. Isso pode estar relacionado ao tempo de ação diferenciado entre os métodos, à variabilidade ambiental, ou à necessidade de ajustes na dose ou formulação do agente biológico.

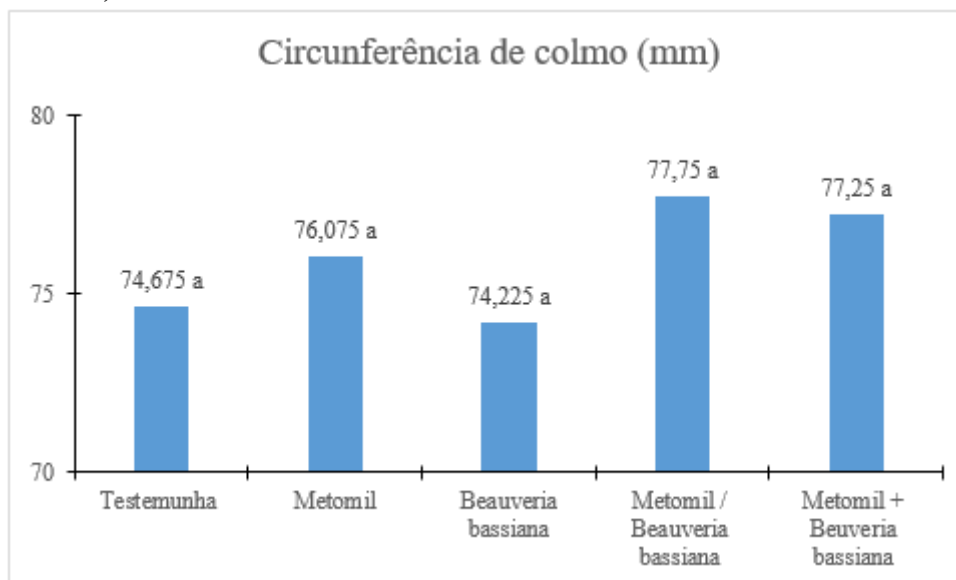
Dessa forma, os dados evidenciam que o uso do inseticida Metomil, isoladamente, é eficaz na redução da severidade do vírus da risca, e que a associação com *Beauveria bassiana* pode representar uma estratégia complementar, especialmente em programas de manejo integrado.

Esses resultados corroboram com estudos anteriores como o de Silveira (2019), onde o Metomil causou mais mortes dos adultos da cigarrinha-do-milho após 24 horas de aplicação comparado com outros inseticidas, isso indica a eficiência do controle químico sobre o vetor do enfezamento e vírus da risca (*Dalbulus maidis*) e reforçam o potencial do uso integrado de estratégias de manejo. No entanto, a eficácia do controle biológico ainda depende de condições ambientais favoráveis e de formulações adequadas para garantir sua ação no campo.

É importante destacar a relevância das variáveis analisadas anteriormente na tomada de decisão para o manejo da cultura, uma vez que, conforme descrito por Ávila (2021), a virose pode provocar redução no crescimento do milho, abortamento de gemas e formação de grãos com tamanho inferior ao normal. Tais prejuízos estão associados ao comprometimento direto da área fotossintética da planta causado pelo patógeno.

O gráfico 4 apresentam as médias da circunferência do colmo das plantas submetidas as diferentes aplicações.

Gráfico 4 - Médias para circunferência de colmo (mm) para todos os tratamentos, sendo avaliadas um total de 20 plantas por parcela experimental. Onde, testemunha (sem aplicação de inseticida), Metomil ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$ com 4 aplicações), *Beauveria bassiana* (Simbi BB 15, $0,3 \text{ L ha}^{-1}$, com 4 aplicações), Metomil/*Beauveria bassiana* (aplicação intercalada, $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ e $0,3 \text{ L ha}^{-1}$) e Metomil + *Beauveria bassiana* (em mistura, $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ + $0,2 \text{ L ha}^{-1}$). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: 4,90% Ponta Grossa, 2025.



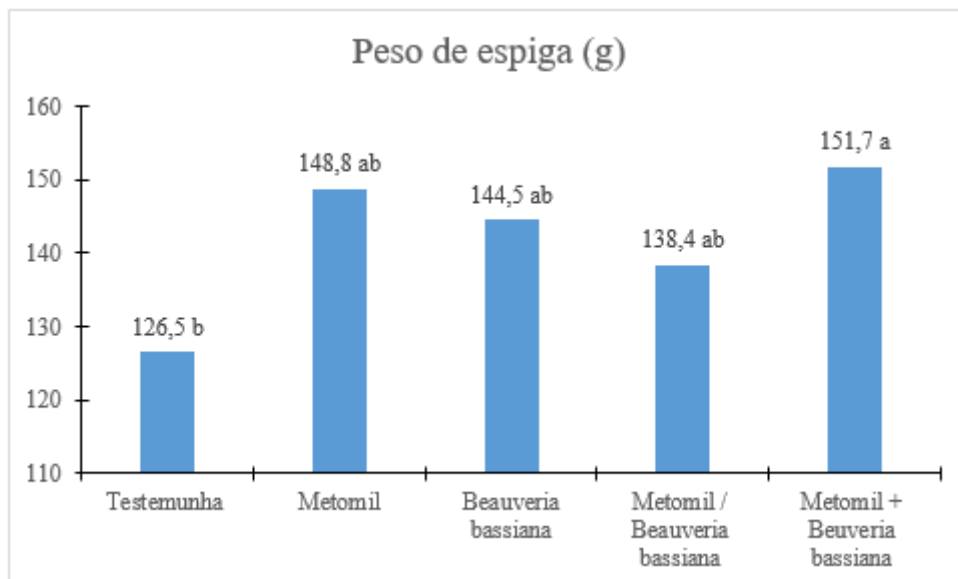
Fonte: O autor.

Sendo assim, segundo o teste de Duncan, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. Esse resultado indica que nenhuma das estratégias de controle utilizadas seja Metomil isolado, *Beauveria bassiana* isolado, ou em combinação, promoveu alterações significativas na espessura do colmo em relação à testemunha.

Apesar da ausência de diferença estatística, é possível notar uma tendência de aumento na circunferência do colmo nos tratamentos que combinaram Metomil e *B. bassiana*. Essa tendência pode sugerir uma possível interação benéfica entre o controle químico e biológico, que, embora não significativa neste estudo, pode ser relevante sob outras condições experimentais ou com maior número de repetições.

A espessura do colmo está diretamente associada à sua resistência mecânica, sendo um fator determinante na prevenção de problemas como acamamento, quebra e apodrecimento. Esses aspectos representam desafios importantes em programas de melhoramento genético. Essa relação se torna ainda mais crítica em situações de enfezamento, uma vez que os patógenos envolvidos podem comprometer o desenvolvimento das plantas, tornando-as mais frágeis e dificultando a eficiente distribuição de nutrientes (Coelho *et al.*, 2019).

Gráfico 5 - Médias para peso de espiga (g) para todos os tratamentos, sendo avaliadas um total de 15 espigas escolhidas aleatoriamente por parcela experimental. Onde, testemunha (sem aplicação de inseticida), Metomil ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$ com 4 aplicações), *Beauveria bassiana* (Simbi BB 15, $0,3 \text{ L ha}^{-1}$, com 4 aplicações), Metomil/*Beauveria bassiana* (aplicação intercalada, $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ e $0,3 \text{ L ha}^{-1}$) e Metomil + *Beauveria bassiana* (em mistura, $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ + $0,2 \text{ L ha}^{-1}$). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: 6,52%. Ponta Grossa, 2025.



Fonte: O autor.

O gráfico a cima apresenta os valores médios do peso de espiga das plantas submetidas aos diferentes tratamentos. Os resultados evidenciam diferenças significativas entre os grupos, conforme indicado pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

O tratamento com a combinação de Metomil + *Beauveria bassiana* em mistura obteve o maior peso médio de espiga, sendo significativamente superior à testemunha, conforme indicado pelas letras distintas atribuídas pelo teste. Esse aumento pode estar associado a um melhor controle da praga e, consequentemente, a uma menor perda de produtividade.

Os tratamentos com Metomil isolado, *Beauveria bassiana* isolada e Metomil/*B. bassiana* intercalado apresentaram médias intermediárias, não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, situando-se no mesmo grupo estatístico. Essa classificação sugere que, embora tenham proporcionado aumento no peso das espigas em relação à testemunha, tal incremento não foi suficientemente expressivo para garantir significância estatística, exceto no tratamento Metomil + *B. bassiana* em mistura.

Resultados semelhantes foram encontrados por Simon (2023), onde foram avaliados híbridos de milho quanto à tolerância ao complexo de enfezamentos, com e sem a aplicação de inseticida químico combinado ao biológico (*B. bassiana*). Os resultados demonstraram que o híbrido AS1757 apresentou maior peso de mil grãos e produtividade quando submetido à

aplicação combinada, indicando uma resposta positiva ao manejo integrado de pragas. Esses resultados corroboram a eficácia da associação entre controle químico e biológico na melhoria de componentes produtivos do milho.

Para a variável teor de clorofila as concentrações de clorofila A e B apresentaram médias bastante próximas entre os tratamentos, sem diferença estatística significativa. Embora não tenham sido observadas distinções estatísticas entre os grupos, a avaliação do teor de clorofila continua sendo uma ferramenta relevante para o manejo da cultura. Isso porque influencia diretamente na eficiência fotossintética das plantas, refletindo, portanto, na produtividade. Além disso, esses teores podem ser alterados por diversos fatores, como práticas de adubação, incidência de doenças e condições ambientais (Fonseca, 2012).

As variáveis analisadas de altura de planta e altura de inserção da espiga apresentaram variações pouco expressivas entre os tratamentos. Para a altura de planta, os valores médios oscilaram entre 2,88 m e 2,92 m, enquanto a altura de inserção da espiga variou de 1,38 m a 1,40 m. Essa uniformidade pode ser atribuída à forte influência da arquitetura vegetal determinada geneticamente pelos híbridos utilizados. Ademais, a ocorrência de plantas com sintomas de raquitismo devido ao enfezamento foi praticamente nula, possivelmente em razão da baixa pressão do inseto vetor nas fases iniciais de desenvolvimento da lavoura. Ressalta-se também que o híbrido empregado, embora amplamente adaptado à região, apresenta tolerância moderada ao complexo de enfezamentos. Como resultado, houve baixa incidência de plantas com porte reduzido, o que evitou que as médias de altura fossem significativamente afetadas em alguns tratamentos.

De acordo com Coelho *et al.*, (2019) destacam que há uma forte correlação entre a altura da planta e a altura de inserção da espiga, principalmente em contextos onde o acamamento é um fator recorrente nas lavouras de milho. A avaliação desses parâmetros é, portanto, de grande relevância, pois possibilita estabelecer vínculos com a ocorrência de plantas afetadas por enfezamentos, além de refletir aspectos genéticos relacionados ao híbrido utilizado.

As variáveis comprimento e diâmetro de espiga não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, nem discrepâncias visuais relevantes entre os tratamentos avaliados. Embora as médias de comprimento tenham variado levemente, entre 15,00 cm e 16,00 cm, e os valores de diâmetro oscilaram entre 42,85 mm e 44,67 mm, foi possível observar, durante a aferição, a presença de espigas com falhas no enchimento de grãos ou com grãos chochos, sintomas típicos associados ao complexo de enfezamento. Esse tipo de comprometimento fisiológico afeta mais diretamente variáveis como o diâmetro e,

principalmente, o peso da espiga, mesmo quando o comprimento aparente permanece pouco alterado.

Segundo Lopes (2007), o comprimento da espiga é uma característica relevante em programas de melhoramento genético, pois atua como um indicativo indireto do potencial de peso de grãos e da produtividade por hectare. No entanto, o autor ressalta que, em situações onde há baixa densidade de espigas por área, essa variável tem impacto limitado sobre a produção real da lavoura.

6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram que o manejo químico isolado com Metomil, bem como sua associação em mistura com *Beauveria bassiana*, foram eficazes no controle da cigarrinha-do-milho, consequentemente resultando em menores taxas de incidência de enfezamento, vírus da risca e maiores valores de peso de espiga comparado com a testemunha. As aplicações intercaladas também apresentaram resultados positivos, ainda que em menor intensidade quando comparadas à aplicação de mistura.

Sendo assim, o manejo integrado, combinando estratégias químicas e biológicas, mostrou-se uma abordagem promissora para o controle da cigarrinha-do-milho, promovendo a redução dos danos à cultura e colaborando para a sustentabilidade do sistema produtivo.

7 REFERÊNCIAS

- ADAPAR- **Agência de defesa agropecuária do Paraná**. Agrotóxicos no Paraná. Disponível em: <https://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp>. Acesso em: 23 abr. 2025.
- ASSIS, W. S. de. **Avaliação da eficiência do fungo *Beauveria bassiana* (Boveril®) isolado e em combinação com o inseticida Lannate® no controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, 2020.
- ÁVILA, C. J. *et al.* A cigarrinha *Dalbulus maidis* e os enfezamentos do milho no Brasil. **Revista Plantio Direto**, Brasil, ed. 182, p. 18-25, 2021.
- 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. **Embrapa Agropecuária Oeste**, 40 p., 2022.
- BORTOLETTO, A. M.; ALCARDE, A. R. Dominante nos EUA, etanol de milho é opção, no Brasil, para safra excedente. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 13, p. 135-137, 2015.
- CANTERI, M. G. *et al.* SASM-Agri: sistema para análise estatística e planejamento de ensaios agrônômicos. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 18–24, 2001.
- COELHO, A. E. *et al.* Sanidade de híbridos de milho em função da época de semeadura, doses de N em áreas com e sem rotação de culturas. **Colloquium Agrariae** (Unoeste), Lages, v. 15, n. 2, p. 101-113, abr. 2019.
- CONAB- **Companhia nacional de abastecimento**. Produção de grãos é estimada em 330,3 milhões de toneladas na safra 2024/25. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/assuntos/noticias/producao-de-graos-e-estimada-em-330-3-milhoes-de-toneladas-na-safra-2024-25>. Acesso em: 15 abr. 2025.
- CRUZ, J. C. *et al.* Manejo da cultura do Milho In: CRUZ, J. C. (Ed.). Cultivo do milho. 4. ed. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 12 p., 2006.
- CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. A cultura do milho. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 517 p., 2008.
- FANCELLI, A. L. Manejo baseado na fenologia aumenta eficiência de insumos e produtividade. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 13, p. 24-29, 2015.
- FONSECA, P. R. B. *et al.* Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, em híbridos de milho, (*Zea mays* L.) bt e isogênico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n.1, p. 56-60, mar. 2012.
- GONZATTO, F. *et al.* Manejo da cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis*. **Revista Inovação**, v. 2, p. 144-168, 2023.

KAUR, G. *et al.* Investigating maize as a sustainable energy crop for bioethanol production: delineating cultivation, utilization, biotechnological and environmental perspectives. **Biomass And Bioenergy**, v. 198, p. 107867, jul. 2025.

KERCHNER, A. C. *et al.* Corn culture: from the first records to harvesting and storage. **Colloquium Agrariae**, v. 20, n. 1, p. 1-11, jun. 2024.

LOPES, S. J. *et al.* Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas ao tipo de híbrido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n.6, p. 1536-1542, dez. 2007.

LOVATO, A. G.; ARCE, C. A.; SILVA, J. D.; SILVA, W. P. Métodos de controle da cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) com o uso de produtos químicos e biológicos. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 11, p. 5772-5778, 24 nov. 2024.

MAGALHÃES, P. C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados na taxa de crescimento e peso final dos grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 12, p. 1747-1754, 1990.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. Fisiologia do Milho. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, Circular técnica, n. 22, 23 p., 2002.

MENDES, C. T. BOTÂNICA DO MILHO. **Brazilian Journal Of Agriculture-Revista de Agricultura**, v. 9, n. 5-6, p. 223-235, 1934.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Diversificação de matérias-primas nos biocombustíveis: participação do milho na produção de etanol cresce no Brasil**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/diversificacao-de-materias-primas-nos-biocombustiveis-participacao-do-milho-na-producao-de-etanol-cresce-no-brasil>. Acesso em: 16 abr. 2025.

OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. R. S.; DIAS, C. T. S.; NAULT, L. R. Influence of Latitude and Elevation on Polymorphism Among Populations of the Corn Leafhopper, *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott) (Hemiptera: cicadellidae), in brazil. **Environmental Entomology**, v. 33, n. 5, p. 1192-1199, 1 out. 2004.

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

OLIVEIRA, C. M.; SABATO, E. O. Doenças do milho: insetos-vetores, mollicutes e vírus. Brasília: **Embrapa Milho e Sorgo**, 1 ed., 520 p., 2018.

OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R. Eight Decades of *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera, Cicadellidae) in Brazil: what we know and what we need to know. **Neotropical Entomology**, v. 51, n. 1, p. 1-17, 8 dez. 2021.

PONS, A.; BRESOLIN, M. **A cultura do milho, trigo e soja**. Porto Alegre, n.57, p. 6-31, 1981.

RAMANUJAN, S. Modular equations and approximations to π . **Quarterly Journal of Pure and Applied Mathematics**, v. 45, p. 350–372, 1914.

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**, v. 34, n. 2, p. 22-25, 20 ago. 2021.

RIBEIRO, L. P. *et al.* Insecticides for corn leafhopper management versus entomopathogenic fungal isolates: in vitro compatibility, physical-chemical interactions, and on-farm assessments. **Crop Protection**, v. 174, p. 106417, dez. 2023.

ROCHA, M. F.; MATOS, F. S.; PINHO, E. F. M.; GUIMARÃES, N. F. Influência do inseticida metomil sobre a população microbiana do solo. **Brazilian Journal Of Development**, v. 6, n. 8, p. 59307-59321, 2020.

SABATO, E. O.; OLIVEIRA, C. M.; SILVA, R. B. Q. Transmissão dos Agentes Causais de Enfezamentos Através da Cigarrinha *Dalbulus maidis*, em Milho. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, Circular técnica, n. 209, 8 p., 2015.

SANTANA, P. A. *et al.* Assessing the impact of climate change on the worldwide distribution of *Dalbulus maidis* (DeLong) using MaxEnt. **Pest Management Science**, v. 75, n. 10, p. 2706-2715, 16 abri. 2019.

SILVA, R. G. *et al.* Controle genético da resistência aos enfezamentos do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 8, p. 921-928, 2003.

SILVEIRA, C. H. **Eficácia de inseticidas no controle de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) e da transmissão de espiroplasma do milho.** 2019. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área de Concentração: Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

SIMON, R. A. **Avaliação de híbridos de milho quanto ao complexo de enfezamento com e sem a aplicação de inseticida químico combinado a biológico.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2023.

SINHA, K. K.; CHOUDHARY, A. K.; KUMARI, P. Entomopathogenic Fungi. In: PESTS, Omkar. Centre Of Excellence In Biocontrol Of Insect (ed.). **Ecofriendly Pest Management for Food Security**. S.I: Elsevier, Cap. 15., p. 475-505, 2016.

SMAGGHE, F.; SPOONER-HART, R.; CHEN, Z.; DONOVAN-MAK, M. Biological control of arthropod pests in protected cropping by employing entomopathogens: efficiency, production and safety. **Biological Control**, v. 186, p. 1-19, nov. 2023.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III.** 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 768 p., 2019.

THEISEN, G. *et al.* Recomendações técnicas para o cultivo de milho no Sul do RS. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, Comunicado Técnico, n. 191, 8 p. 2008.

TOLEDO, A.V.; ALIPPI, A. M.; LENICOV, A. M. M. R. Growth Inhibition of *Beauveria bassiana* by Bacteria Isolated from the Cuticular Surface of the Corn Leafhopper, *Dalbulus maidis* and the Planthopper, *Delphacodes kuscheli*, Two Important Vectors of Maize Pathogens. **Journal Of Insect Science**, v. 11, n. 29, p. 1-13, mar. 2011.

VIRLA, E.; MELO, C.; SPERANZA, A. Preliminary Observations on *Zelus obscuridorsis* (Stål) (Hemiptera: reduviidae) as predator of the corn leafhopper (hemiptera). **Insects**, v. 6, n. 2, p. 508-513, 3 jun. 2015.

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, set. 1999.

WAQUIL, J. M. Cigarrinha-do-milho: vetor de mollicutes e vírus. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 7 p., 2004.