

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

RENNAN OTÁVIO ZELENSKI

METOMIL E *Cordyceps javanica* NO MANEJO DE *Dalbulus maidis*

PONTA GROSSA
2025

RENNAN OTÁVIO ZELENSKI

METOMIL E *Cordyceps javanica* NO MANEJO DE *Dalbulus maidis*

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para obtenção do 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: Metomil e Cordyceps japonica no manejo de Dalbulus maidis

Autor (a): Rennan Otávio Zelenski

Data da defesa: 21/05 Horário: 14:25 Local: 40 F

Avaliadores:

1-Orientador (a): [Assinatura] Assinatura: [Assinatura]

2-Avaliador (a): MANUELA SIMONE KREMER Assinatura: [Assinatura]

3-Avaliador (a): RICARDO AYUB Assinatura: [Assinatura]

Itens a serem avaliados	Notas atribuídas		
	Orientador(a)	1º Avaliador(a)	2º Avaliador(a)
I- Apresentação oral (Até 2,0)	1,9	2,0	1,8
II- Trabalho escrito (Até 6,0)	5,0	5,0	5,0
III- Arguição (Até 2,0)	1,5	0,8	1,8
TOTAL	8,4	7,8	8,6
MÉDIA FINAL *	8,3		

* 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 agradeço a Deus por toda minha vida e por ter chegado até aqui, por tudo de bom que aconteceu em minha vida nos últimos 5 anos, pela força nos momentos difíceis e por ter me ajudado a superar.

Agradeço aos meus pais, João Edison Zelenski Júnior e a minha mãe Vivian Maria Zelenski, por tudo que fizeram por mim. Agradeço também a minha avó Sofia Novakoski por sempre ter feito parte da minha vida e me apoiado. Agradeço aos meus irmãos, e toda minha família por todo o apoio.

Ao meu finado avô, João Edison Zelenski, por sempre ter feito parte de minha vida, por todos os ensinamentos e companheirismo, por todos os dias que estive comigo agradeço.

Aos meus amigos de faculdade, sempre presentes e deixando nossa rotina melhor, em especial aos grandes amigos de todas as horas, Guilherme Jan Kulcheski Janik, Guilherme Madureira Grochowicz e Alessandro da Silva.

Ao meu orientador Prof. Dr. Orcial Ceolin Bortolotto, por todo o trabalho e dedicação, pelos ensinamentos e por possibilitar esse trabalho.

A toda a equipe do laboratório de Entomologia Aplicada pelo auxílio em cada etapa desse trabalho.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa, a Fazenda Escola Capão da Onça e todos os colaboradores pela disposição em sempre auxiliar no que fosse preciso para que esse trabalho acontecesse.

RESUMO

ZELENSKI, R.O. **Metomil e *Cordyceps javanica* no manejo de *Dalbulus maidis***. Orientador: Prof. Dr. Orcial Ceolin Bortolotto. Ponta Grossa, 2025. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2025.

Reduzir as perdas de produtividade pelo ataque de pragas no milho de maneira sustentável e eficiente é um desafio para alcançar a segurança alimentar à nível global. Os danos causados pela cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), são, atualmente, uma das principais limitações ao potencial produtivo da cultura do milho. Tais danos são de natureza direta, pela sucção da seiva do floema da planta, e indireta, pela transmissão de viroses, do complexo de enfezamentos e pela formação de fumagina devido à excreção de compostos açucarados pelo inseto. As estratégias de manejo da cigarrinha-do-milho afetam diretamente a incidência de vírus da risca, de enfezamento vermelho e enfezamento pálido no milho, o que por fim tem efeito sobre a produtividade. Este trabalho objetivou avaliar a incidência das doenças transmitidas pela cigarrinha-do-milho bem como a produtividade da cultura em quatro diferentes tratamentos, e em uma testemunha. O experimento foi conduzido a campo, na área experimental da Fazenda Escola Capão da Onça, pertencente à Universidade Estadual de Ponta Grossa. A distribuição dos tratamentos foi feita em blocos casualizados, com 4 blocos e 5 tratamentos, sendo eles a testemunha (controle), metomil isolado, *Cordyceps javanica* isolado, *Cordyceps javanica* + metomil aplicado de forma intercalada e *Cordyceps javanica* + metomil aplicado em mistura. Os tratamentos foram aplicados via pulverizador costal de CO₂, tendo sido realizadas 6 aplicações, com intervalo de 7 dias entre cada uma, a partir do estágio de desenvolvimento V1 do milho até o estágio V6. Durante o pré-pendoamento, realizou-se a avaliação de incidência de vírus-da-risca, posteriormente, no pós-pendoamento foram realizadas as avaliações de incidência do complexo de enfezamento, diâmetro de colmo, altura de planta até o final do pendão, comprimento, diâmetro e massa de espiga e por fim produtividade ao fim do ciclo da cultura. Os dados foram submetidos à análise de variância e médias significativas foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Observou-se que as parcelas tratadas com a aplicação em mistura entre de metomil e *Cordyceps javanica* e as que receberam metomil isolado apresentaram maior massa de espigas, enquanto a mistura foi mais eficiente na redução da incidência do complexo de enfezamentos, a testemunha por sua vez apresentou o menor comprimento médio de espigas em relação aos tratamentos.

Palavras-chave: *Zea mays*; enfezamento; vírus-da-risca, controle químico, controle biológico.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Croqui da área experimental	19
FIGURA 2 – Médias de incidência de enfezamento (%) em plantas de milho	25
FIGURA 3 – Médias do comprimento de espiga (cm)	26
FIGURA 4 – Médias da massa de espiga (g)	27
FIGURA 5 – Médias de incidência de vírus-da-risca (%)	28
FIGURA 6 – Médias de circunferência de colmo (mm)	29
FIGURA 7 – Médias de altura de planta (m)	30
FIGURA 8 – Médias de diâmetro de espiga (mm)	31
FIGURA 9 – Médias de produtividade (Kg.ha ⁻¹)	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Tratamentos e suas respectivas doses	20
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1 A CULTURA DO MILHO.....	11
3.2 A CIGARRINHA-DO-MILHO.....	12
3.3 O CONTROLE QUÍMICO DA CIGARRINHA-DO-MILHO.....	13
3.4 O CONTROLE BIOLÓGICO DA CIGARRINHA-DO-MILHO.....	14
3.5 O COMPLEXO DE ENFEZAMENTOS E VÍRUS-DA-RISCA.....	15
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	17
4.2 PREPARO DO SOLO E SEMEADURA.....	17
4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	18
4.4 TRATAMENTOS.....	19
4.5 PREPARO DA CALDA E APLICAÇÃO.....	20
4.6 PREVENÇÃO A CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL E INTOXICAÇÃO.....	21
4.7 AS AVALIAÇÕES.....	21
4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6 CONCLUSÃO.....	33
7 REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

As atuais projeções das Nações Unidas (2024) trazem que a população mundial poderá chegar a 10,4 bilhões de pessoas em 2080. À medida que essas previsões se confirmam, os desafios para garantir a segurança alimentar de todos os países serão cada vez maiores, principalmente considerando os impactos das mudanças climáticas na agricultura (Pellegrino; Assad; Marin, 2007, p.10). O Brasil, com sua consolidada posição como um dos maiores produtores de alimentos do mundo, é parte integrante da estratégia produtiva para atender as demandas cada vez maiores de produtos agrícolas.

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais espécies cultivadas no Brasil, sendo o cereal mais cultivado (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024), com a produção mundial estimada em 1,21 bilhão de toneladas na safra 2023/2024 (United States Department of Agriculture, 2024). Sua participação na alimentação humana e animal é extremamente significativa, sendo a principal fonte de carboidrato em muitas comunidades agrícolas ao redor do mundo. Seus usos incluem desde a produção de farinhas, rações, bebidas, até a produção de combustíveis, como o etanol e o metanol, sendo importante tanto na agricultura comercial de larga escala, quanto na agricultura de subsistência.

Aumentar a produção de milho é um desafio que pode ser vencido basicamente de duas formas, aumentando as áreas de cultivo, ou aumentando a produtividade das áreas já utilizadas. Como novas áreas de cultivo são cada vez mais raras, é essencial buscar formas de aumentar a produtividade da cultura. Atualmente uma das principais barreiras para se obter tais aumentos de produtividade em milho, são as pragas da cultura, com destaque no Brasil para a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*).

Os danos causados pela cigarrinha-do-milho são de natureza direta, pela sucção de seiva do floema e indireta, pela transmissão de vírus-da-risca e complexo de enfezamentos, sendo que os danos indiretos são os que têm sido responsáveis pela maior redução da produtividade. Esses danos ocorrem pelo fato da cigarrinha ser vetora de doenças, tais como a virose-da-risca (Mayze rayado fino virus) e os enfezamentos vermelho (*Candidatus Phytoplasma asteris*) e pálido (*Spiroplasma kunkelii*). A transmissão ocorre a partir do inseto que carrega os patógenos após se alimentar de uma planta infectada.

Os enfezamentos, que são especialmente agressivos, podendo causar perdas de produção de até 90% em híbridos suscetíveis (Waquil, 1999), e colonizam o sistema vascular das plantas de milho, afetando a translocação de fotoassimilados pela planta. Dessa forma os sintomas da doença incluem, nanismo, espigas subdesenvolvidas e até mesmo morte precoce

da planta.

Para diminuição na incidência do complexo de enfezamentos e da virose-da-risca é essencial, que haja o controle eficiente do vetor, especialmente no início do desenvolvimento da cultura, quando há maior suscetibilidade à transmissão. O controle da cigarrinha-do-milho passa por uma série de medidas, como o plantio na época adequada, plantio não escalonado, uso de híbridos resistentes e controle com inseticidas químicos ou biológicos.

O aumento na ocorrência da praga e seus danos ocasionados tem acarretado em um grande número de aplicações de inseticidas. Por exemplo, em regiões mais quentes do estado do Paraná como o Oeste e o Norte, há registros de até 10 aplicações por ciclo da cultura para se obter um controle satisfatório cigarrinha, sendo os principais grupos químicos usados os carbamatos, organofosforados, neonicotinoides, muito da dificuldade de controle da praga se deve à mobilidade da praga entre e dentro de lavouras, o que dificulta o seu controle mediante uso de inseticidas. Além disto, outro fator é a postura endofítica do inseto, caracterizada pela oviposição no interior das folhas do milho. Esse grande número de aplicações levanta questionamentos sobre a sustentabilidade da produção, e nesse sentido, cada vez mais alternativas de menor impacto ambiental, como os inseticidas biológicos, são demandadas.

Os inseticidas biológicos são ferramentas de menor impacto ambiental e de maior seletividade quanto aos alvos, tendo uma maior capacidade de preservar inimigos naturais e insetos polinizadores, o que por si só constitui uma vantagem no controle do inseto. No entanto, ainda faltam informações sobre a eficiência de inseticidas biológicos no controle da cigarrinha-do-milho, sobre seu posicionamento e sobre a possibilidade de se utilizar essas ferramentas junto com inseticidas químicos, por exemplo em misturas em tanque de pulverização.

Nesse sentido, o presente trabalho buscou avaliar a eficiência do controle de cigarrinha-do-milho por meio do uso do inseticida químico metomil, do microbiológico *Cordyceps javanica*, e da associação entre os dois de forma intercalada e em mistura em tanque.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar a eficiência de controle de *Dalbulus maidis* sob aplicação de metomil isolado, *Cordyceps javanica* isolado, os dois tratamentos em mistura em tanque de pulverização e sob aplicações intercaladas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a incidência de enfezamento e vírus da risca sob os diferentes tratamentos, bem como avaliar outras variáveis pertinentes para o trabalho, tais como, diâmetro de colmo, altura de planta.

Avaliar parâmetros referentes ao rendimento da cultura, como comprimento, diâmetro e massa de espiga.

Compreender quais tratamentos obtiveram um melhor desempenho para diminuição dos danos diretos e indiretos causados pela praga por meio da estimativa da produtividade da cultura sob os diferentes manejos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) se apresenta como uma das culturas agrícolas mais importantes, para a agricultura num contexto nacional e mundial, sendo empregado em larga escala tanto na alimentação humana, quanto na alimentação animal. No Brasil, é a segunda cultura de maior importância econômica, desempenhando um papel crucial no agronegócio brasileiro, sendo superado apenas pela soja (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2024).

A origem do milho remonta a cerca de 10 mil anos atrás na América Central, provavelmente no território que hoje é o México. Sua entrada no Brasil se deu há aproximadamente 6 mil anos pela região Norte do país e sendo assim, já era cultivado pelos indígenas brasileiros, muito antes da chegada dos colonizadores portugueses (Costa *et al.*, 2024).

O milho é uma planta de metabolismo C4, altamente eficiente na concentração de CO₂ nas células do mesófilo, portanto possui alta capacidade de fixação de carbono, especialmente em condições de alta luminosidade, em que plantas com metabolismo C3 enfrentam a saturação luminosa (Bergamaschi; Matzenauer, 2002).

A planta de milho apresenta um sistema radicular fasciculado, o que lhe permite uma eficiente absorção de água e nutrientes, mesmo em condições mais adversas, como por exemplo situações de estresse hídrico. Sendo assim, o milho se adapta à uma ampla gama de condições de clima e solo, no entanto as condições ideais segundo Kiniry (1991) ocorrem em temperaturas diurnas entre 26°C e 34°C, sendo que é essencial que haja boa disponibilidade hídrica. Essas condições são essenciais para que se expresse o potencial produtivo, dado que o consumo ao fim do ciclo pode chegar a cerca de 700 mm (Quintas, 2022). A compactação do solo é um dos fatores que pode resultar em perdas de produtividade (Freddi *et al.*, 2007)

O cultivo do milho ocorre em vários sistemas, como o de semeadura direta na palha, em sistemas de integração com pecuária, cultivos associados, entre outros, podendo ser cultivado tanto como safra principal no verão, quanto em segunda safra, após a soja, em regiões mais quentes.

Apesar de toda a importância da cultura, enfrenta atualmente problemas no que tange à fitossanidade, com problemas relacionados à pragas e doenças, limitando sua produtividade. Hoje no Brasil, uma das pragas de maior importância é a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), os danos causados por essa praga, são principalmente a transmissão de mollicutes e

vírus.

3.2 A CIGARRINHA-DO-MILHO

A cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) é um inseto sugador pertencente à ordem *Hemiptera* e à família *Cicadellidae* (DeLong & Wolcott), encontrado em todas as regiões produtoras de milho no Brasil, sua alta reprodução e mobilidade permitem à esse inseto uma rápida dispersão em lavouras (Oliveira *et al.*, 2001). É um inseto pequeno medindo cerca de 4 mm de coloração amarelo palha e hemimetábolo. Seu ciclo de vida ocorre em cerca de 25 dias (ovo até adulto), tendo um tempo total de vida próximo de 45 dias, durante esse período pode chegar a depositar até 600 ovos, sendo que em média depositam 14 ovos por dia (Waquil, 2004). As fêmeas, devido a atividade de oviposição, causam mais danos que o macho (Virla; Araoz; Albarracin, 2021). Seu aparelho bucal é do tipo sugador labial e sua alimentação é basicamente feita através da sucção de seiva do floema, podendo se alimentar de diversas espécies de plantas da família das Poáceas, como o sorgo e a braquiária no entanto, embora possa se alimentar dessas fontes variadas, sua reprodução ocorre exclusivamente em plantas de milho.

A cigarrinha-do-milho já ocorre como transmissora de patógenos em lavouras de milho a muitos anos, no entanto ganhou maior importância recente tendo sua pressão aumentada devido mudanças no sistema produtivo, com aumento da área de milho segunda safra, o que diminui a sazonalidade da cultura permitindo maior ocorrência da praga (Waquil, 1999). Segundo Waquil (2004) deve-se evitar o cultivo de milho em épocas tardias, pois favorecem maior incidência da praga e de suas transmissões.

Os danos causados pela cigarrinha-do-milho são de natureza direta e indireta. Os danos diretos ocorrem quando, na alimentação, a cigarrinha faz perfurações nas folhas com seu aparelho bucal, o qual é do tipo sugador, para se alimentar da seiva do floema das plantas. Quando ocorre a sucção de seiva, parte dos fotoassimilados que seriam utilizados no desenvolvimento da planta, são perdidos, e dessa forma ocorre redução no crescimento e produtividade da cultura em algum nível, podendo mesmo haver clorose como sintoma da atividade alimentar desses insetos em situações de alta pressão da praga, no entanto, esses danos são menores que os indiretos (Ávila *et al.*, 2021).

Os maiores danos causados pela cigarrinha-do-milho, são os indiretos, esses incluem a transmissão do enfezamento vermelho (*Candidatus Phytoplasma asteris*), enfezamento pálido (*Spiroplasma kunkelii*), vírus-da-risca (Maize rayado fino virus) e a ocorrência de fumagina (*Capnodium* spp.). Os enfezamentos são causados por patógenos da classe dos *Mollicutes*, sendo um fitoplasma no caso do enfezamento vermelho e um espiroplasma no

caso do enfezamento pálido, essas doenças se caracterizam pela obstrução do sistema vascular das plantas infectadas impedindo a translocação de fotoassimilados, como consequência dessa obstrução, surgem sintomas tais como, porte reduzido, clorose intensa, espigas pequenas e deformadas, multiespigamento e folhas avermelhadas (Toffanelli; Bedendo, 2021). Outro dano indireto causado pela cigarrinha-do-milho é a ocorrência de fumagina, em altas populações, as substâncias açucaradas secretadas por estes insetos após a alimentação, servem como substrato para o desenvolvimento de fungos do gênero *Capnodium*, causadores da fumagina, que apesar de não interferir diretamente em nenhum processo metabólico da planta, causa danos ao diminuir áreas fotossinteticamente ativas, contribuindo para uma menor taxa de fotossíntese líquida e, portanto, menor produtividade (Ávila *et al.*, 2021).

Esses patógenos são adquiridos quando insetos saudáveis se alimentam de plantas infectadas, e quanto mais cedo ocorre a infecção maiores serão os danos (Waquil, 2004)

A ocorrência da praga nas lavouras, também tem sido associada à uma redução no diâmetro de colmo de plantas de milho (Jones; Medina; Bernal, 2022). Dado toda essa importância dos danos, sabe-se que a melhor estratégia para diminuição dos danos causados pelo complexo de enfezamento e vírus-da-risca é o controle adequado do vetor.

3.3 O CONTROLE QUÍMICO DA CIGARRINHA-DO-MILHO.

O controle deste inseto passa por diversas estratégias, as quais precisam ser integradas para garantir um controle satisfatório do inseto e viabilizar a produção, o que é definido como manejo integrado de pragas (MIP). Essas medidas começam com um bom controle cultural, com semeaduras no início do calendário de plantio para evitar a vinda de insetos de áreas mais velhas, o uso de híbridos resistentes e a eliminação de plantas de milho voluntárias na entressafra (Gonzatto *et al.*, 2023). No entanto, ainda que essas medidas de controle integrado sejam importantes, ainda não são suficientes, dessa forma, o controle químico tem se mostrado imprescindível para o manejo da praga e viabilização do cultivo, sendo que atrasos na aplicação de inseticidas químicos pode causar perdas de até 50%, o que reforça a necessidade de se iniciar o manejo no início do ciclo da cultura (Federação da Agricultura do Estado do Paraná, 2024).

Quanto aos inseticidas mais utilizados, se destacam os dos grupos dos neonicotinoides, carbamatos e organofosforados, nos modos de aplicação em tratamento de sementes e aplicação aérea. O uso do neonicotinoide tiametoxam em tratamento de sementes, por exemplo, reduz significativamente a população inicial da praga, o que reduz a incidência das doenças, dado que atua na fase mais sensível da cultura (Silveira, 2019).

Neste trabalho, o inseticida químico utilizado foi o metomil, ingrediente ativo pertencente ao grupo químico dos carbamatos. Esse inseticida atua de forma sistêmica e de contato. Atua como inibidor de acetilcolinesterase, esse mecanismo de ação leva ao acúmulo do neurotransmissor acetilcolina, quando ocorre o acúmulo de acetilcolina há uma estimulação descontrolada do sistema nervoso, levando o inseto à morte (Coutinho *et al.*, 2005).

Foi constatado que diferentes populações de cigarrinha-do-milho no Brasil apresentam alta suscetibilidade à metomil, sendo esse um inseticida viável no controle da praga. Segundo Tsai *et al.*, (1990), o metomil apresenta controle da cigarrinha do milho superior a 70%. Taxas de mortalidade próximas à 70 % também foram encontradas em estudos mais recentes, Silveira (2019) encontrou uma mortalidade de 69% e Lovato *et al.*, (2024) chegaram a taxa de mortalidade de 70,34% 1 dia após a aplicação.

3.4 O CONTROLE BIOLÓGICO DA CIGARRINHA-DO-MILHO.

O controle biológico tem origens antigas que datam de mais de 2000 anos. Um dos primeiros casos documentados data do século III a.C. na China, quando agricultores criavam e vendiam formigas da espécie *Oecophylla smaragdina* para serem usadas no controle de pragas dos citros (Berti Filho; Macedo, 2011). Já no século XX, com a descoberta de novos patógenos e agentes de controle biológico, houve a integração entre práticas de controle químico e biológico, dando as bases para o que hoje conhecemos com manejo integrado de pragas (MIP) (Parra *et al.*, 2002). Porém, foi no século XXI que o controle biológico se popularizou, sendo hoje utilizado em larga escala no Brasil, é importante para complementar o manejo químico, dado a dificuldade imposta por crescentes casos de resistência à ativos químicos e a tendência mundial da redução do uso de agroquímicos na agricultura, levantamentos indicam aumento de 70% na comercialização de produtos biológicos no Brasil em 2019 (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2023).

Embora o controle biológico de insetos possa ocorrer de diferentes maneiras, como o controle por predadores ou por parasitoides, a principal forma utilizada atualmente ocorre por meio de microrganismos entomopatogênicos (Gonçalves, 1996). Os principais microrganismos utilizados no controle biológico da cigarrinha do milho são os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Cordyceps javanica*, este último foi o fungo utilizado no presente trabalho.

Produtos à base de *Cordyceps javanica* têm sido usados em pesquisas sobre o controle de *Dalbulus maidis*, um estudo recente sugere que esse fungo tem efeitos no

comportamento do inseto, reduzindo a atividade alimentar do inseto após a infecção, o que poderia reduzir a transmissão de doenças por esse vetor (Maluta; Castro; Lopes, 2023), também existem estudos demonstrando que em uso associado à inseticidas existem um ganho aditivo no controle de *Dalbulus maidis* em milho, aumentando o rendimento de grãos (Poletto, 2024). O *Cordyceps javanica* é um fungo entomopatogênico, da família *Cordycipitaceae*. Fungos desse gênero têm sido amplamente usados no controle de pragas nos últimos anos, atuam produzindo esporos, que ao entrarem em contato com o hospedeiro, germinam e penetram na cutícula, proliferando na hemolinfa e levando o inseto à morte. Após a morte do hospedeiro, o fungo esporula na superfície do cadáver, liberando novos esporos para infectar outros insetos (Mascarin *et al.*, 2018).

Cordyceps javanica têm sido usados em pesquisas sobre o controle de *Dalbulus maidis*, um estudo recente sugere que esse fungo tem efeitos no comportamento do inseto, reduzindo a atividade alimentar do inseto, o que poderia reduzir a transmissão de doenças por esse vetor (Maluta; Castro; Lopes, 2023). Quanto ao impacto ambiental, são considerados pouco perigosos ao meio ambiente (Koppert, 2024).

O fungo entomopatogênico *Cordyceps javanica*, possui sua eficácia comprovada no controle de *Dalbulus maidis*, um estudo recente encontrou uma taxa de mortalidade de cerca de 50% na aplicação isolada de *Cordyceps javanica*, além de ter verificado maior produtividade em relação a testemunha (Duarte *et al.*, 2024)

O controle biológico se destaca pelas vantagens que oferece, tais como a especificidade, preservando inimigos naturais e insetos benéficos. Outras vantagens incluem, menor contaminação ambiental e menor potencial de intoxicação, além de maior persistência no meio, configurando maior efeito residual (Gonçalves, 1996).

No entanto, a aplicação de inseticidas biológicos é mais complexa que a de químicos, pois é preciso ter alguns cuidados, principalmente com a degradação por raios UV, nesse sentido os melhores horários de aplicação são pelo início da manhã e o fim da tarde (Valicente, 2009)

3.5 O COMPLEXO DE ENFEZAMENTOS E VÍRUS-DA-RISCA

Os enfezamentos vermelho e pálido, são atualmente duas das principais doenças do milho a nível nacional, o primeiro é o fitoplasma Candidatus *Phytoplasma asteris*, o segundo é o espiroplasma *Spiroplasma kunkelii*, ambos são bactérias da classe dos *Mollicutes* e são transmitidos pela cigarrinha-do-milho.

A relação entre esses patógenos e seu vetor é do tipo persistente e propagativa, neste

tipo de relação o vetor adquire o patógeno no floema de uma planta infectada, após esse processo ocorre o chamado período de latência, que é definido como o tempo necessário para que, após a adquirir o patógeno, o vetor comece a transmitir a doença para plantas saudáveis, esse período é de mais ou menos 15 dias (Nault, 1980). Neste tipo de relação na qual o patógeno não apenas sobrevive no organismo do inseto como também se reproduz nele e é transmitido até o fim da vida do inseto (Oliveira *et al.*, 2001).

Passado esse período, o patógeno terá atingido o mesêntero do inseto, do qual irá invadir a cavidade corporal, circular pela hemolinfa e atingir as glândulas salivares do inseto, de onde será transmitido ao se alimentar do floema de uma planta sadia. O patógeno será capaz de se multiplicar no organismo do inseto e poderá ser transmitido por toda vida do vetor (Blanc; Drucker; Uzest, 2014).

Segundo Nault (1980) os sintomas do enfezamento vermelho e pálido se distinguem pelo avermelhamento que ocorre no primeiro e pelo maior amarelecimento que tende a ocorrer no segundo, no entanto esses sintomas não são absolutos e podem ser confundidos dependendo da condição ambiental e do híbrido. Os demais sintomas são comuns às duas doenças, sendo encurtamento de internódios, nanismo, brotação anormal e produção reduzida de grãos. Os sintomas dos enfezamentos aparecem com clareza somente após o início da fase reprodutiva.

Os patógenos causadores dos enfezamentos, ao serem transmitidos para uma planta sadia pela cigarrinha, são transportados pelo floema, se reproduzindo e ocupando todo o espaço ao longo do tecido vascular, afetando o desenvolvimento de folhas e espigas (Gussie; Fletcher; Claypool, 1995). O fitoplasma *Candidatus Phytoplasma asteris* facilita sua própria colonização através dos efetores, que são proteínas capazes de alterar processos vegetais aumentando a suscetibilidade da planta ao patógeno (MacLean *et al.*, 2014). O principal processo afetado pela infecção por estes patógenos é o impedimento do transporte de fotoassimilados no floema, por conta da obstrução causada pela colonização, dessa forma existe o acúmulo de carboidratos nas folhas, o que é responsável pelo avermelhamento encontrado nessas partes (Junqueira, 2003).

O vírus-da-risca, Maize rayado fino virus (MRFV) é transmitido pela cigarrinha-do-milho, a relação entre a cigarrinha e o MRV é do tipo persistente-propagativa. (Oliveira *et al.*, 2001).

Os sintomas incluem pequenas lesões cloróticas que podem coalescer e formar listras finas semelhantes a riscas. Os danos podem chegar a 30% (Waquil, 1996).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O ensaio foi realizado no campo experimental da Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON) pertencente a Universidade Estadual de Ponta Grossa no município de Ponta Grossa-PR. Nessa localidade, o clima pela classificação de Köppen é do tipo Cfb, caracterizado por chuvas bem distribuídas ao longo do ano e temperatura média do mês mais quente abaixo de 22 °C (Aparecido *et al.*, 2016). A área experimental possui relevo suave ondulado e latossolo vermelho distroférico. O cultivo foi conduzido adotando o método de semeadura direta na palha, ou o chamado sistema de plantio direto (SPD). As parcelas de cada tratamento tinham 6 metros de largura e 10 metros de comprimento, dessa forma totalizando uma área de 60 m². O delineamento experimental utilizado, foi o de blocos casualizados com 4 blocos e 5 tratamentos. Os tratamentos aplicados foram, metomil, *Cordyceps javanica*, metomil + *Cordyceps javanica* aplicado de forma intercalada, metomil + *Cordyceps javanica* aplicado em mistura, além é claro, da testemunha (controle). *Cordyceps javanica* é um fungo entomopatogênico eficaz no controle de *Dalbulus maidis*, metomil é um inseticida do grupo dos carbamatos.

As avaliações realizadas foram, incidência de vírus-da-risca, incidência de enfezamento, circunferência de colmo, altura de planta, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, massa de espiga e produtividade.

4.2 PREPARO DO SOLO E SEMEADURA.

O solo da área foi mantido sem revolvimento, sendo realizado a semeadura direta nos restos da cultura anterior, que no caso era um cultivo associado de nabo, ervilhaca e aveia-preta, o chamado “mix de cobertura”, esse sistema se destaca por sua capacidade conservação do solo e da água, além de ser amplamente usado no estado e no país, o que garante a aplicabilidade do trabalho. A área foi dessecada com herbicidas previamente, permitindo que a cultura do milho se desenvolvesse com a mínima competição com espécies de plantas invasoras.

O híbrido escolhido, foi o K7667VIP3® (KWS Seeds), esse híbrido possui ciclo superprecoce e foi escolhido por sua adaptação à região dos campos gerais e seu uso em lavouras comerciais da região. A semeadura do milho foi realizada no dia 10/01/2024, período que é propício para o desenvolvimento da cultura na região e também para o aparecimento da praga, o que é essencial para que se possa explorar a eficácia dos tratamentos em situações de alta pressão da praga, bem como avaliar a perda da testemunha quando submetida à essa

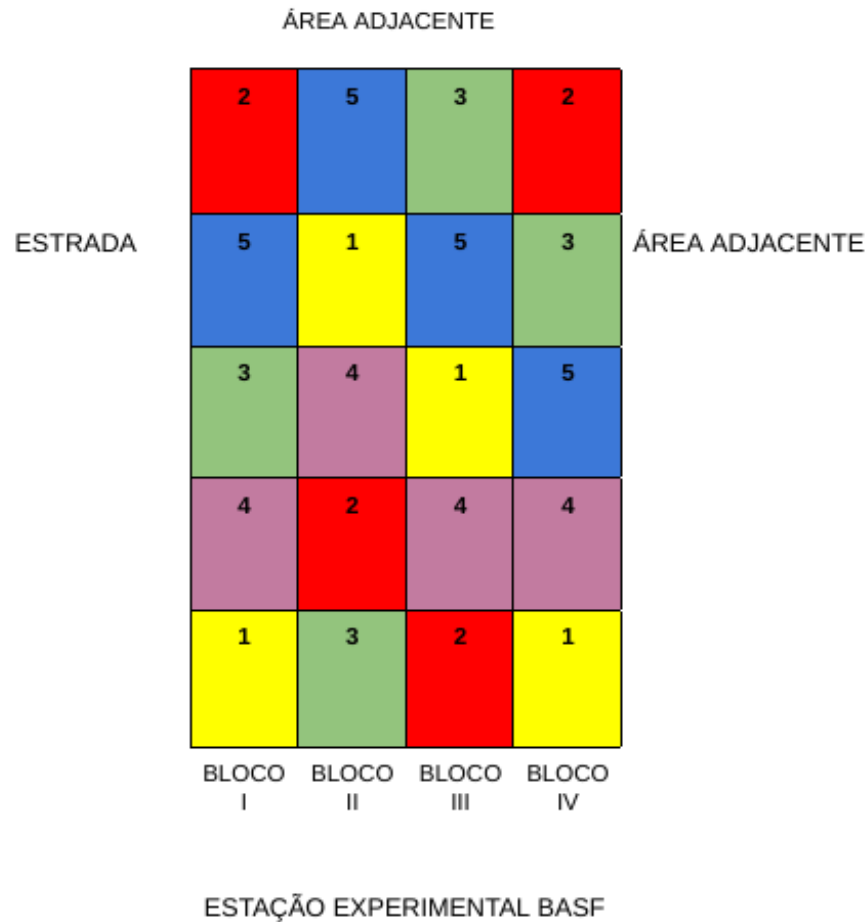
condição. A população contabilizada de milho na área foi de 79.333 mil plantas/ha, sendo que o espaçamento entre linhas de cultivo utilizado foi de 0,45 m, com 3,57 plantas por metro de linha de cultivo. A adubação no sulco de semeadura foi feita utilizando fertilizante formulado 10-20-20 NPK, sendo igual em todos os tratamentos de forma que não beneficie nenhum tratamento em detrimento de outro. Após a emergência da cultura, todos os manejos de adubação, aplicação de herbicidas e fungicidas foram feitos conforme o padrão utilizado em áreas de milho na fazenda escola, sendo iguais em todas as parcelas de forma que não beneficiem nenhum tratamento, porém sem aplicação de nenhum inseticida além das aplicações previstas em cada tratamento.

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados contanto com 4 blocos e 5 tratamentos. A utilização de blocos se justifica por variações comuns em talhões agrícolas, como declividade e fertilidade do solo. Cada bloco recebeu uma vez cada tratamento, de forma que as variações que ocorrem não alterem a média final de cada tratamento, de modo que tais diferenças sejam devidas, em sua maior parte, pelos tratamentos.

Cada parcela, continha uma área de 60 m², sendo suas dimensões 10 x 6 metros. A delimitação das parcelas foi feita com bandeiras nos quatro cantos. A delimitação também foi definida com corredores entre as parcelas, que foram feitos retirando uma linha de plantas.

Figura 1. Croqui da área experimental



Fonte: O autor

4.4 TRATAMENTOS

O inseticida Upmyl® - UPL, possui o ingrediente ativo metomil, um carbamato que atua de forma sistêmica e de contato, tem formulação do tipo SI (concentrado solúvel). Atua como inibidor de acetilcolinesterase, esse mecanismo de ação leva ao acúmulo do neurotransmissor acetilcolina, quando ocorre o acúmulo de acetilcolina à uma estimulação descontrolada do sistema nervoso, levando o inseto à morte. Metomil é eficiente no controle de *Dalbulus maidis*, sendo um dos ativos mais utilizados contra essa praga (Poletto; Yamamoto, 2024).

O inseticida microbiológico Octane® - Koppert, é registrado para o controle de *Dalbulus maidis*, tem formulado do tipo Sc (suspensão concentrada), a sua concentração é de $2,5 \times 10^9$ conídios viáveis/mL, seu agente microbiológico é o *Cordyceps javanica*, um fungo entomopatogênico da família *Cordycipitaceae*. Fungos desse gênero têm sido amplamente

usados no controle de pragas nos últimos anos, seus esporos ao entrarem em contato com o hospedeiro germinam e penetram na cutícula, proliferando na hemolinfa e levando o inseto à morte.

Tabela 1 – Tratamentos e suas respectivas doses. Ponta Grossa, 2025.

Tratamento	Composição	Doses
T1	Testemunha	
T2	metomil (isolado)	1,0 L.ha ⁻¹
T3	<i>Cordyceps javanica</i> (isolado)	0,5 L.ha ⁻¹
T4	<i>Cordyceps javanica</i> + metomil (aplicados de forma intercalada)	0,5 L.ha ⁻¹ e 1,0 L.ha ⁻¹
T5	<i>Cordyceps javanica</i> + metomil (aplicados em mistura)	0,5 L.ha ⁻¹ e 1,0 L.ha ⁻¹

Fonte: O autor

4.5 PREPARO DA CALDA E APLICAÇÃO

O volume de calda de aplicação utilizado foi de 120 L/ha, o que totaliza uma aplicação de 0,72 L por unidade experimental de 60 m². As doses utilizadas de cada tratamento, independente de serem isoladas, em mistura ou de forma intercalada, foram metomil 1,0 L/ha (6 ml por parcela), *Cordyceps javanica* 0,5 L/ha (3,0 ml por parcela). A calda foi preparada em garrafa PET de 2 L, adicionando primeiramente à água depois os produtos, sendo homogeneizada por agitação. A garrafa também serviu como reservatório da calda para a aplicação, sendo acoplada em pulverizador costal de CO₂.

A aplicação foi realizada a uma velocidade de 1 m/s. A barra de pulverização utilizada foi de 2 metros, com 4 pontas de pulverização de modo que foram necessárias 3 passagens por parcela, visto que essas tinham 6 metros de largura. Considerando que as parcelas tinham 10 metros de comprimento, o percurso total de aplicação era de 30 metros. Com a velocidade de 1 m/s treinada para a aplicação, cada tratamento era aplicado em 30 segundos. A ponta de pulverização utilizada, tinha as especificações 110 02, ou seja, 110 graus no leque de pulverização e 0,2 galões americanos por minuto, o que convertido, nos dá uma vazão de 0,76 L/min, quando a pressão utilizada é de 40 psi (2,75 bar). Nessas condições a gota gerada é classificada como fina (Jacto,ano). Com esses valores, pode ser feita a regulagem do pulverizador costal pressurizado a CO₂, de forma que toda calda seja

consumida nos 30 segundos de aplicação.

A aplicação foi realizada utilizando uma garrafa diferente para cada parcela, e entre as aplicações, foi utilizada uma garrafa com água, de forma que a água aplicada pudesse limpar todo o sistema interno do pulverizador, para que não ocorresse contaminação do tratamento seguinte. Todas as aplicações foram realizadas no início da manhã, de forma que se evitasse calor excessivo. Todas as aplicações ocorreram em dias onde não houve chuva, para que os tratamentos não fossem lavados pela água. Antes de cada aplicação, foram avaliadas as condições de vento, para mitigar os efeitos de deriva.

Ao todo foram realizadas 6 aplicações de cada tratamento, sendo cada uma nos estádios fenológicos de desenvolvimento V1, V2, V3, V4, V5 e V6, períodos esses que são cruciais para o controle da praga, visto que é onde a planta se encontra mais suscetível aos impactos causados pelo complexo de enfezamento (Waquil, 2004). As aplicações ocorreram nos dias 22/01, 29/01, 05/02, 12/02, 19/02 e 26/02/2024.

4.6 PREVENÇÃO A CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL E INTOXICAÇÃO

O preparo da calda de pulverização ocorreu em local controlado, de forma que qualquer evento de vazamento pudesse ser controlado sem contaminar o solo ou qualquer corpo hídrico. O manuseio de produtos, embalagens, e qualquer objeto que tenha entrado em contato direto com os produtos utilizados nos tratamentos foi sempre manuseado com uso de luvas e de todo o equipamento de proteção individual.

As embalagens vazias dos produtos foram descartadas pela FESCON, conforme a legislação vigente. Já os resíduos nas garrafas de pulverização e lavagem de equipamentos contaminados foi feita em local apropriado e específico indicado na FESCON.

Todas as aplicações foram feitas utilizando os equipamentos de proteção individual completos, sendo luvas, máscara, óculos, macacão, calças e botas específicas para esse fim, fornecidas pela FESCON.

4.7 AS AVALIAÇÕES

A primeira avaliação realizada foi a incidência e severidade de vírus-da-risca, essa avaliação foi realizada quando o milho estava no estágio de pré-pendoamento (VT). A avaliação consistiu em verificar o número de folhas com sintomas da virose em relação ao número total de folhas em cada planta, foram avaliadas 15 plantas por unidade experimental, escolhidas ao acaso.

A segunda avaliação foi a incidência e severidade do complexo de enfezamentos, essa avaliação foi realizada após o pendoamento da cultura, no estágio fenológico R1, quando

se inicia o processo de polinização das espigas. seguindo uma metodologia parecida com a utilizada na avaliação de vírus-da-risca, consistindo basicamente da aferição do número de folhas sintomáticas em relação ao número total de folhas, sendo também 15 plantas amostradas em cada unidade experimental, escolhidas ao acaso.

A avaliação de diâmetro de colmo foi realizada com paquímetro digital, aferindo a maior e menor medida, dado que o colmo do milho tem formato que se assemelha a uma elipse. A avaliação foi realizada no estádio VT, ou seja, quando o último ramo do pendão é completamente visível. Foram aferidas 15 plantas por parcela, utilizando paquímetro digital (marca comercial It. Blue), a medição foi realizada logo acima do segundo internódio da planta, as plantas foram escolhidas ao acaso. Após a coleta dos dados, foi possível calcular a circunferência de espiga pela fórmula de Ramanujan, essa fórmula aplica um fator de correção a excentricidade, medida essa que mostra o quanto esse formato elipsoidal do colmo se assemelha a um círculo perfeito.

A seguir, a fórmula de Ramanujan:

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

$$e = \sqrt{1 - (b^2/a^2)}$$

onde:

C = circunferência do colmo

π = número de pi

b = semi-eixo menor

a = semi-eixo maior

e = excentricidade do colmo

Também foram aferidas as alturas de planta, nessa avaliação foi utilizado régua topográfica de 4 metros, no caso da altura das plantas foi considerado da base da planta até a extremidade do pendão. Foram avaliadas 15 plantas por unidade experimental, escolhidas ao acaso.

Antecedendo a colheita mecanizada, foram colhidas manualmente as 2 linhas centrais de cada parcela, dessas 15 espigas aleatórias foram utilizadas para avaliar os parâmetros comprimento de espiga, diâmetro de espiga e por fim a massa de espigas. Por fim, todas as espigas colhidas nas 2 linhas centrais foram trilhadas e os grãos tiveram sua massa aferida. As duas linhas centrais ocupavam uma área de 9 m², e a partir da massa de grãos obtida nessa área foi possível calcular a produtividade por hectare, após corrigir a umidade

para 13%.

Fotografia 1 - Paquímetro digital utilizado para avaliação de diâmetro de colmo.



Fonte: O autor

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Com os dados obtidos em cada tratamento foi realizado inicialmente a verificação de outliers por meio de gráficos de caixa (boxplot), posteriormente foram verificados os pressupostos da análise de variância, a homogeneidade de variâncias foi verificada pelo teste de Levene ao nível de 5% de probabilidade de erro, a normalidade dos resíduos foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk ao nível de 5% de probabilidade de erro e a independência dos erros foi verificada através do teste de Durbin-Watson ao nível de 5% de probabilidade de erro. Posteriormente os dados que atendiam aos pressupostos foram submetidos à análise de variância (teste de F) e quando significativos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Todos os testes e análises foram realizados por meio do software para análises estatística R (v4.5.0; R Core Team 2025).

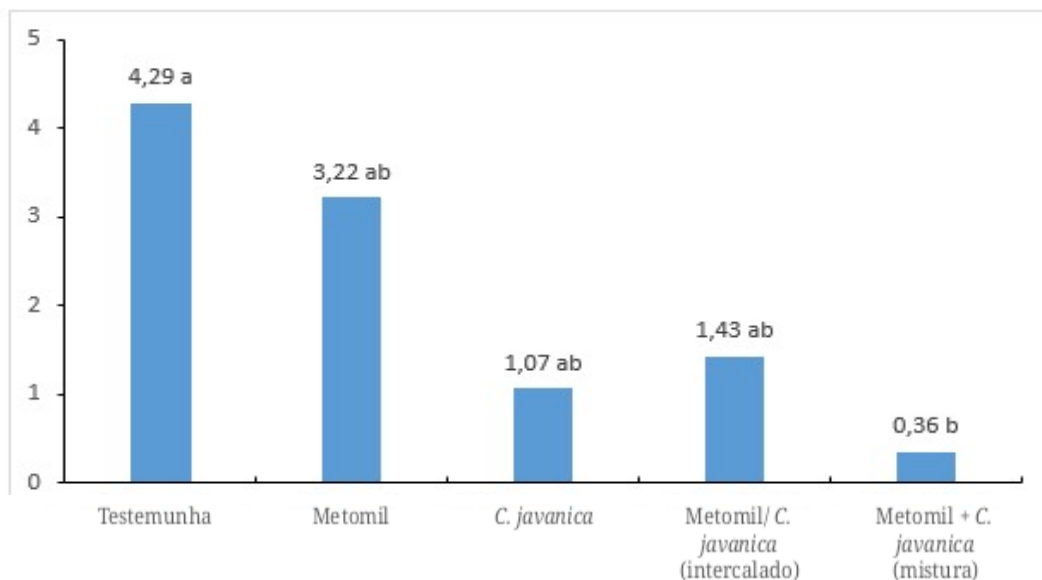
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as variáveis analisadas, a incidência de enfezamento (%), comprimento de espiga (cm) e massa de espiga (g) apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Para as demais variáveis, incidência de vírus-da-risca (%), circunferência de colmo (mm), altura de planta (m), diâmetro de espiga (mm) e produtividade (Kg.ha^{-1}) embora inicialmente se tenha observados diferenças numéricas entre as médias, ao submetê-las a análise de variância verificou-se que essas diferenças não eram estatisticamente significativas.

Na análise da incidência de enfezamento constatou-se que a aplicação de metomil + *Cordyceps javanica* (T5) foi superior aos demais tratamentos (Figura 2), dado a menor incidência do complexo de enfezamentos nesse tratamento. A testemunha apresentou a maior incidência da doença, e os demais grupos não diferiram entre si, da testemunha e da aplicação em mistura.

Como a incidência de enfezamento é relacionada ao eficaz controle do vetor, os trabalhos de Tsai, Steinberg e Falk (1990) e Silveira (2019) que encontraram alta mortalidade de *Dalbulus maidis* por metomil, a menor incidência da doença era esperada em tratamentos com a presença desse ativo, além disso a isso como *Cordyceps javanica* diminui a atividade alimentar de *Dalbulus maidis* naturalmente se espera menor incidência de enfezamento com sua aplicação (Maluta; Castro; Lopes, 2023). Dessa maneira, na aplicação em mistura de metomil e *Cordyceps javanica* se esperava a menor incidência do complexo de enfezamentos, o que de fato foi observado. Outra questão importante é o fato da aplicação intercalada de metomil e *Cordyceps javanica* ter apresentado menor eficácia na redução de enfezamentos em relação a aplicação em mistura, esse resultado se deve ao fato de que aplicações intercalada não aproveitam o efeito aditivo dos tratamentos no controle do inseto, ao invés disso fazem com que o intervalo de aplicação tanto do inseticida químico, quanto do inseticida biológico seja de 14 em 14 dias, ao invés dos 7 dias em aplicações isoladas ou em mistura. Esse maior intervalo de aplicação contribui para que a incidência de enfezamento seja maior para aplicação intercalada em relação a aplicação em mistura.

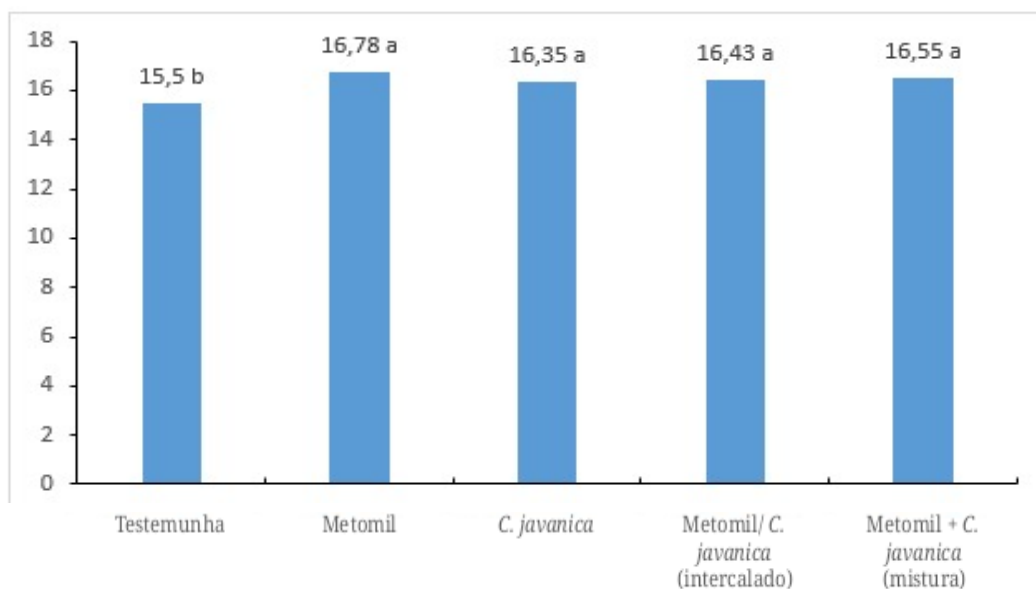
Figura 2 – Médias de incidência de enfezamento (%) em plantas de milho. Foram avaliadas 70 plantas por parcela experimental. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente pelo Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Metomil (1 L.ha⁻¹ com 6 aplicações), *Cordyceps javanica* (ESALQ-1296 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações), Metomil/*Cordyceps javanica* (aplicação intercalada, 1 L.ha⁻¹ e 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações) e Metomil + *Cordyceps javanica* (aplicação em mistura, 1 L.ha⁻¹ e 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações). Ponta Grossa, 2025.



Fonte: O autor

Ao analisar a variável comprimento de espiga (cm) constatou-se que a testemunha teve a menor média, enquanto os demais tratamentos foram superiores à testemunha e não diferiram entre si (Figura 3). Esses resultados estão diretamente associados ao rendimento da cultura, pois o comprimento de espiga é um parâmetro que indica maior produtividade. Sabendo que a produtividade por sua vez é associada ao controle de *Dalbulus maidis* e a menor incidência de enfezamento e vírus-da-risca, o maior comprimento de espiga era esperado nas parcelas que receberam a aplicação de inseticidas, enquanto na testemunha se esperava um menor comprimento, o que se confirma na análise dos dados. Espigas menores associadas a maior incidência de *Dalbulus maidis* foram encontradas por Toffanelli e Bedendo (2021).

Figura 3 – Médias do comprimento de espiga (cm). Foram avaliadas 15 plantas por parcela experimental. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente pelo Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Metomil (1 L.ha⁻¹ com 6 aplicações), *Cordyceps javanica* (ESALQ-1296 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações), Metomil/*Cordyceps javanica* (aplicação intercalada, 1 L.ha⁻¹ e 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações) e Metomil + *Cordyceps javanica* (aplicação em mistura, 1 L.ha⁻¹ e 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações). Ponta Grossa, 2025.

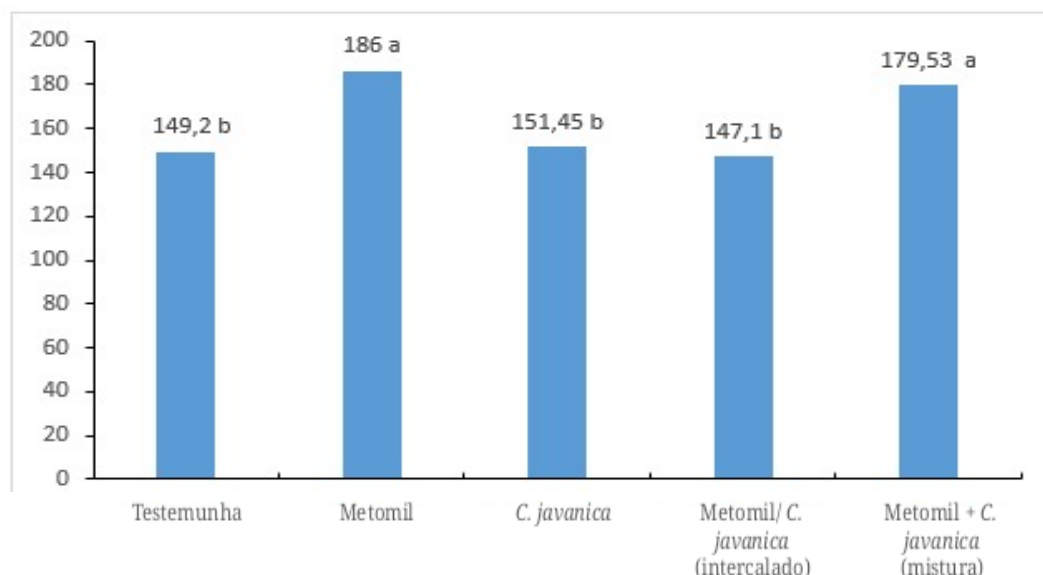


Fonte: O autor

A massa de espiga (g) diferiu significativamente entre os tratamentos (Figura 4). As médias encontradas nas parcelas tratadas com metomil e com a mistura entre metomil e *Cordyceps javanica* não diferiram entre si, mas foram superiores aos demais tratamentos. A massa de espigas para os tratamentos *Cordyceps javanica* isolado e metomil e *Cordyceps javanica* intercalados não diferiram da testemunha, o que indica que o manejo realizado dessa maneira não é o mais adequado na redução das perdas.

A maior massa de espiga é um indicativo direto de maior rendimento da cultura, dessa maneira o inseticida metomil e sua mistura com *Cordyceps javanica*, parecem ter sido os mais eficientes em reduzir as perdas causadas por *Dalbulus maidis*. Esses resultados se associam aos de outros estudos, como os de Poletto e Yamamoto (2024) que concluíram que a associação de *Cordyceps javanica* e inseticidas químicos era eficaz na diminuição das perdas rendimento de grãos, outro estudo encontrou uma taxa de mortalidade de 50% de *Dalbulus maidis* por *Cordyceps javanica* (Duarte *et al.*, 2024). Metomil tem se mostrado eficiente no controle de *Dalbulus maidis*, sendo um dos inseticidas mais utilizados no manejo dessa praga atualmente (Silveira, 2019).

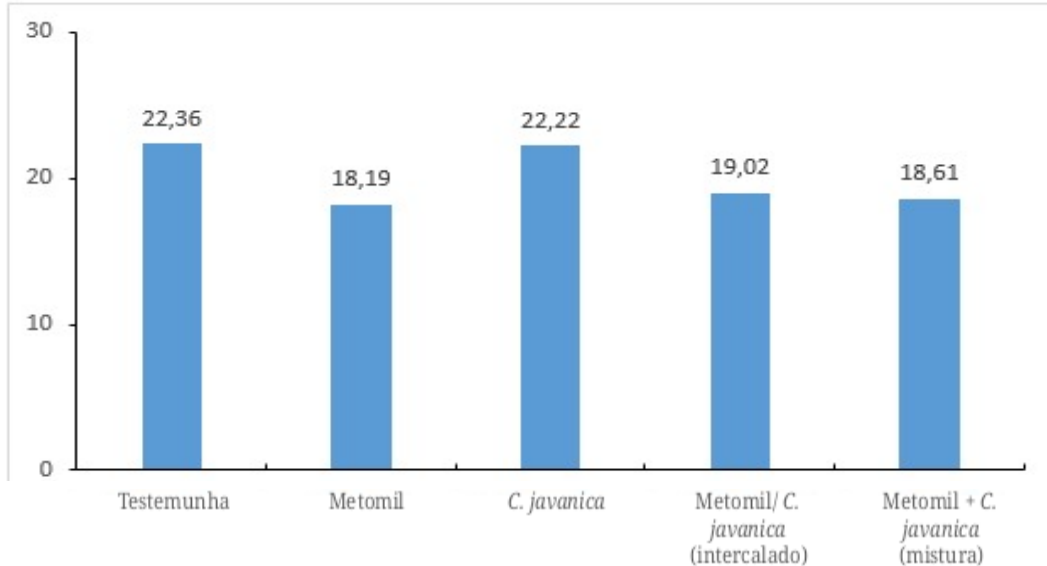
Figura 4 – Médias da massa de espiga (g). Foram avaliadas 15 plantas por parcela experimental. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente pelo Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Metomil (1 L.ha⁻¹ com 6 aplicações), *Cordyceps javanica* (ESALQ-1296 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações), Metomil/*Cordyceps javanica* (aplicação intercalada, 1 L.ha⁻¹ e 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações) e Metomil + *Cordyceps javanica* (aplicação em mistura, 1 L.ha⁻¹ e 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações). Ponta Grossa, 2025.



Fonte: O autor

Quanto à incidência de vírus-da-risca, inicialmente verificou-se diferenças numéricas que indicavam uma maior incidência da virose na testemunha, e as menores incidências nas parcelas tratadas com metomil e com a mistura entre químico e biológico. A diferença numérica inicialmente observada entre o tratamento superior e inferior era de 4,16%, no entanto ao submeter os dados a análise de variância foi constatado que não havia diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos tratamentos (Figura 5).

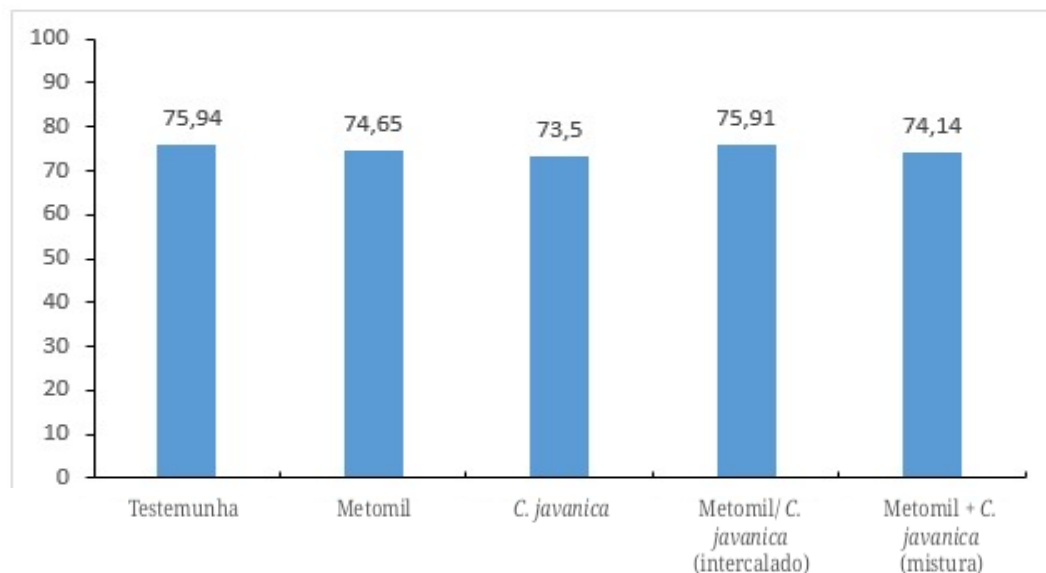
Figura 5 – Médias de incidência de vírus-da-risca (%). As diferenças encontradas não foram significativas pela análise de variância (teste de F) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Metomil (1 L.ha⁻¹ com 6 aplicações), *Cordyceps javanica* (ESALQ-1296 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações), Metomil/*Cordyceps javanica* (aplicação intercalada, 1 L.ha⁻¹ e 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações) e Metomil + *Cordyceps javanica* (aplicação em mistura, 1 L.ha⁻¹ e 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações). Ponta Grossa, 2025.



Fonte: O autor

Para a variável circunferência de colmo (mm) numericamente já se observava pouca variação entre os tratamentos, o que se confirmou ao submeter os dados a análise de variância e constatar que as não havia diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos (Figura 6).

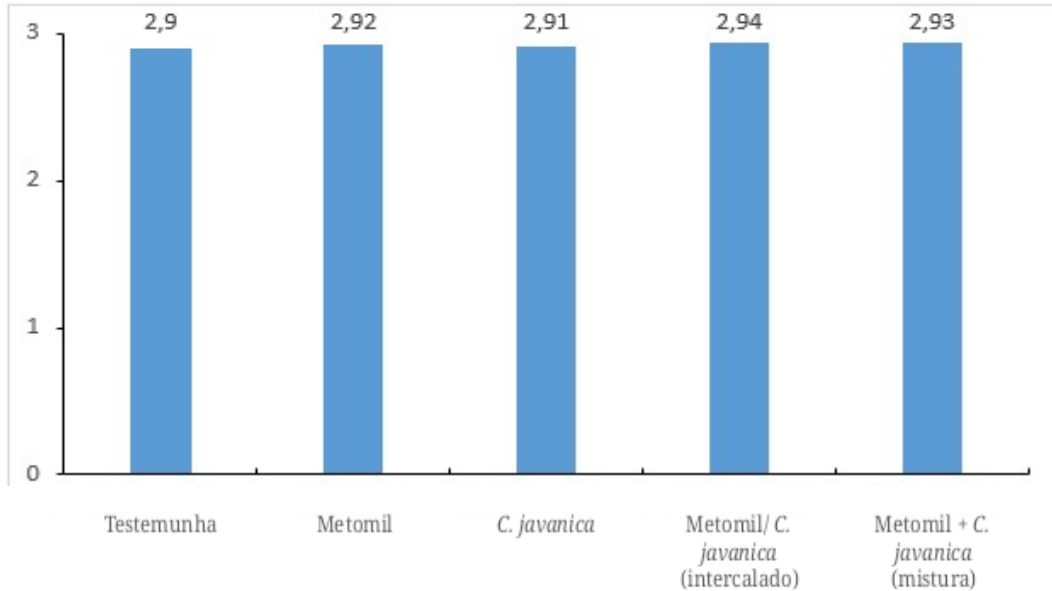
Figura 6 – Médias de circunferência de colmo (mm). As diferenças encontradas não foram significativas pela análise de variância (teste de F) ao nível de 5% de probabilidade de erro. 2025. Metomil (1 L.ha⁻¹ com 6 aplicações), *Cordyceps javanica* (ESALQ-1296 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações), Metomil/*Cordyceps javanica* (aplicação intercalada, 1 L.ha⁻¹ e 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações) e Metomil + *Cordyceps javanica* (aplicação em mistura, 1 L.ha⁻¹ e 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações). Ponta Grossa, 2025.



Fonte: O autor

Em relação a variável altura de planta (m), inicialmente se observou que numericamente os tratamentos metomil e *Cordyceps javanica* em mistura e intercalado tinham apresentado maiores médias em relação aos demais tratamentos, em especial, a testemunha, segundo Toffanelli e Bedendo (2001), a medida que há mais cigarrinhas presentes em uma área menor tende a ser a altura das plantas, o que estaria de acordo com a tendência de variação numérica encontrada entre os tratamentos. No entanto, ao submeter os dados ao teste de F, verificou-se que não haviam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos (Figura 7).

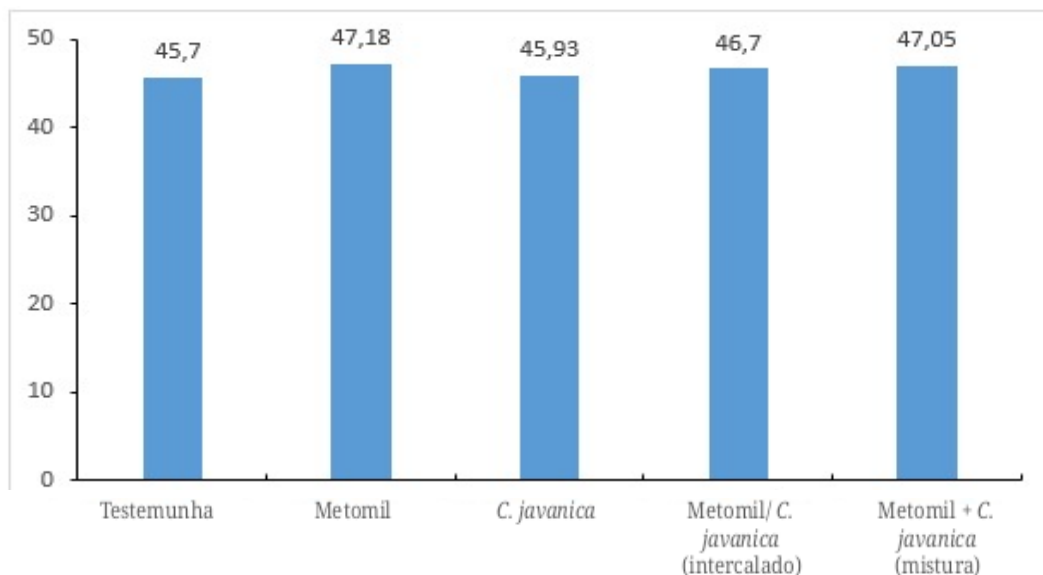
Figura 7 – Médias de altura de planta (m). As diferenças encontradas não foram significativas pela análise de variância (teste de F) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Metomil (1 L.ha⁻¹ com 6 aplicações), *Cordyceps javanica* (ESALQ-1296 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações), Metomil/*Cordyceps javanica* (aplicação intercalada, 1 L.ha⁻¹ e 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações) e Metomil + *Cordyceps javanica* (aplicação em mistura, 1 L.ha⁻¹ e 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações). Ponta Grossa, 2025.



Fonte: O autor

A variável diâmetro de espiga (mm) teve um comportamento semelhante à incidência de vírus-da-risca, com médias que numericamente indicaram superioridade da aplicação de metomil e aplicação de mistura em relação à testemunha. O diâmetro de espiga é um componente importante do rendimento da cultura, pois espigas de mesmo comprimento, mas como diâmetro diferentes tendem a apresentar massas distintas, no entanto as diferenças encontradas também não foram estatisticamente significativas, fato que se constatou pela análise de variância (Figura 8).

Figura 8 – Médias de diâmetro de espiga (mm). As diferenças encontradas não foram significativas pela análise de variância (teste de F) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Metomil (1 L.ha⁻¹ com 6 aplicações), *Cordyceps javanica* (ESALQ-1296 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações), Metomil/*Cordyceps javanica* (aplicação intercalada, 1 L.ha⁻¹ e 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações) e Metomil + *Cordyceps javanica* (aplicação em mistura, 1 L.ha⁻¹ e 0,5 L.ha⁻¹ com 6 aplicações). Ponta Grossa, 2025.



Fonte: O autor

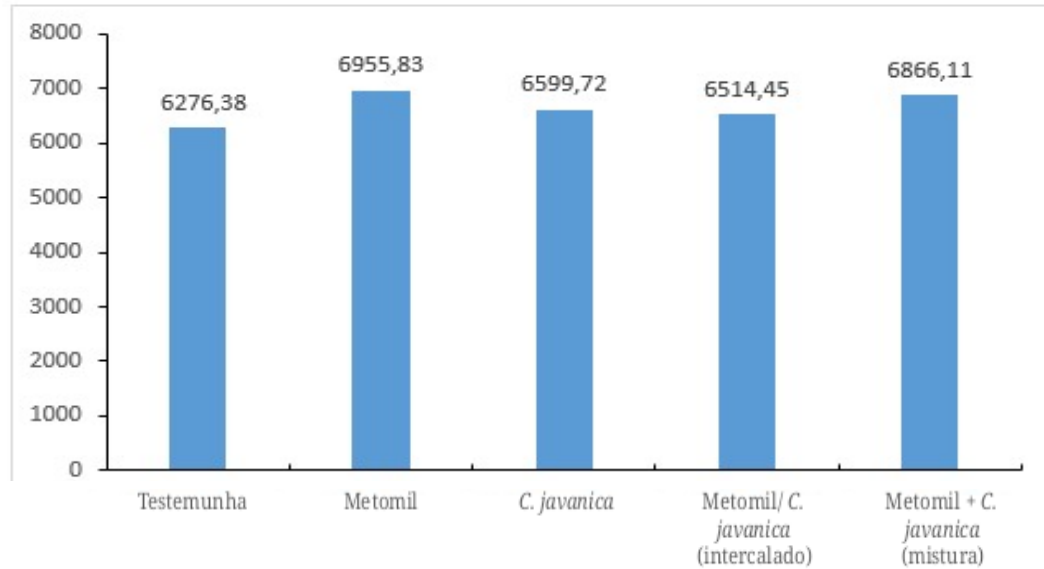
Por fim, foi realizada a análise da produtividade encontrada para cada tratamento, numericamente o maior valor encontrado foi 6955 Kg.ha⁻¹ nas parcelas que receberam o tratamento metomil, esse valor representa um acréscimo numérico de 679 Kg.ha⁻¹ em relação à testemunha, onde se observou a menor média de produtividade, 6276 Kg.ha⁻¹.

A segunda maior média numérica encontrada foi de 6866 Kg.ha⁻¹ nas parcelas que receberam a mistura de metomil e *Cordyceps javanica*, esse valor representa um acréscimo numérico de 590 Kg.ha⁻¹ em relação à testemunha.

A terceira maior média numérica encontrada foi de 6599 Kg.ha⁻¹ nas parcelas que receberam a aplicação de *Cordyceps javanica* isolado, esse valor representa um acréscimo numérico de 323 Kg.ha⁻¹ em relação à testemunha. Já a média do tratamento metomil e *Cordyceps javanica* em aplicação intercalada foi de 6514 Kg.ha⁻¹, valor que representa um acréscimo numérico de 238 Kg.ha⁻¹ em relação à testemunha.

Quando considerados a ordem dessas médias em relação aos tratamentos, temos a mesma sequência encontrada para as médias de massa de espiga, o que era esperado dado que a massa das espigas está diretamente ligada à produtividade da cultura. No entanto, ao submeter os dados a análise de variâncias constatou-se que as diferenças não eram estatisticamente significativas ao nível de 5% de significância. (Figura 9).

Figura 9 – Médias de produtividade (Kg.ha^{-1}). As diferenças encontradas não foram significativas pela análise de variância (teste de F) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Metomil (1 L.ha^{-1} com 6 aplicações), *Cordyceps javanica* (ESALQ-1296 $0,5 \text{ L.ha}^{-1}$ com 6 aplicações), Metomil/*Cordyceps javanica* (aplicação intercalada, 1 L.ha^{-1} e $0,5 \text{ L.ha}^{-1}$ com 6 aplicações) e Metomil + *Cordyceps javanica* (aplicação em mistura, 1 L.ha^{-1} e $0,5 \text{ L.ha}^{-1}$ com 6 aplicações). Ponta Grossa, 2025.



Fonte: O autor

6 CONCLUSÃO

Ao fim do estudo, conclui-se que os tratamentos em mistura de calda (metomil + *Cordyceps javanica*) e metomil isolado obtiveram resultados superiores aos demais tratamentos, sendo eficientes em diminuir as perdas causadas pelos danos diretos e indiretos do inseto.

O parâmetro massa de espiga foi incrementado por esses tratamentos, enquanto a incidência de enfezamento foi menor onde houve aplicação em mistura de metomil e *Cordyceps javanica*, sendo que a testemunha apresentou a maior incidência da doença.

O comprimento de espiga foi igual entre os inseticidas isolados, em mistura e intercalados, enquanto a testemunha apresentou a menor média para esse parâmetro.

7 REFERÊNCIAS

- APARECIDO, L.E.O.; ROLIM, G.S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P.S.; JOHANN, J.A. Classificações climáticas de Köppen, Thornthwaite e Camargo para o zoneamento climático do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.40, n.4, p.8, 2016.
- ÁVILA, C.J.; OLIVEIRA, C.M.; MOREIRA, S.C.S.; BIANCO, R.; TAMAI, M.A. A cigarrinha *Dalbulus maidis* e os enfezamentos do milho no Brasil. **Revista Plantio Direto - Edição Digital**, Passo Fundo, v.27, p.3-5, 2021.
- BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. O milho e o clima. **Fundação de Pesquisa Agropecuária**, Porto Alegre, v.21, p.1-3, 2014.
- BERTI FILHO, I.; MACEDO, L.P.M. Fundamentos do controle biológico de pragas. **Editora do Instituto Federal do Rio Grande do Norte**, Natal, v.8, p.14, 2011.
- BLANC, S.; DRUCKER, M.; UZEST, M. Localizing Viruses in Their Insect Vectors. **Annual Review of Phytopathology**, Blacksburg, EUA, v.5, p.3-4, 2014.
- COSTA, F.M.; VIDAL, R.; SILVA, N.C.A.; VEASEY, E.A.; FREITAS, F.O.; ZUCCHI, M.I. Archaeological findings show the extent of primitive characteristics of maize in South America. **Science Advances**, v.1, n.4, p.2, 2024.
- COUTINHO, C.F.B.; TANIMOTO, S.T.; GALLI, A.; GARBELLINI, G.S.; TAKAYAMA, M.; AMARAL, R.B.; MAZO, L.H.; AVACA, L.A.; MACHADO, S.A.S. Pesticidas: mecanismo de ação, degradação e toxidez. **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v.15, p.5, 2005.
- DUARTE, E.R.; PEÑA, G.D.; SIQUEIRA, F.S.N.; SILVA, M.H.; SILVA, M.A.A. Manejo da cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) utilizando óleo de neem associado aos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Isaria javanica*. **Revista Científica Multidisciplinar**, Guarulhos, v.5, n.7, p.7, 2024.
- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ. **Manejo de inseticidas no controle da cigarrinha-do-milho**. Disponível em: <https://www.sistемаfaep.org.br/artigo-manejo-de-inseticidas-no-controle-da-cigarrinha-do-milho/>. Acesso em: 24 mar. 2025.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Cereal Supply and Demand Brief**. Disponível em: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en>. Acesso em: 07 fev. 2025.
- FREDDI, O.S.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N.; ARATANI, R.G.; LEONEL, C.L. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Santa Maria, v.31, p.1-3, 2007.
- GONÇALVES, L. Fatos históricos do controle biológico. **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.10, n.36, p.1-5, 1996.
- GONZATTO, F.; MÜHL, F.R.; RHODEN, A.C.; FELDMANN, N.A.; GABRIEL, V.J.

Manejo da cigarrinha *Dalbulus maidis*. **Revista Inovação – Gestão e Tecnologia no Agronegócio**, Adamantina, v.2, p.19-20, 2023.

GUSSIE, J.S.; FLETCHER, J.; CLAYPOOL, P.L. Movement and Multiplication of *Spiroplasma kunkelii* in Corn. **The American Phytopathological Society**, Stillwater, EUA, v.85, n.10, p.1, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html#:~:text=Soja%2C%milho%2C%20arroz%20e%feij%C3%A3o,maiores%20estimativas%20previstas%20para%202025>. Acesso em: 12 mar. 2025.

JACTO. **Guia de bolso: bicos de pulverização**. Disponível em:

https://s3.amazonaws.com/1-jacto.com.br/files/product_file_file_pt_BR_1711399107308_Guia_Bolso_Bicos-digital.pdf. Acesso em: 13 mar. 2025.

JONES, T.K.L.; MEDINA, R.F.; BERNAL, J.F. Effects of Phloem-Feeding Pest, *Dalbulus maidis* on Morphological Expression of Drought-Tolerant Traits in Maize. **Multidisciplinary Digital Publishing Institute**, College Station, v.2, n.3, p.2, 2022.

JUNQUEIRA, A.; BEDENDO, I.; PASCHOLATI, S. Biochemical changes in corn plants infected by the maize bushy stunt phytoplasma. **Revista ScienceDirect**, Piracicaba, v.65, n.4, p.2, 2004.

KINIRY, J.R. **Maize physics development. In: ASA-CSSA-SSSA. Modeling Plant and Soil Systems**. Agronomy Monographs, Madison, EUA, v.31, p.55-71, 1991.

KOPPERT BRASIL. **Octane: ficha técnica**. Disponível em:

https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2024-12/octane.pdf. Acesso em: 09 fev. 2025.

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, ciência e educação**, São Paulo, v.10, n.11, p.2-6, 2024.

MACLEAN, A.L.; ORLOVSKIS, Z.; KOWITWANICH, K.; ZDZIARSKI, A.M.; ANGENENT, G.C.; IMMINK, R.G.H.; HOGENHOUT, S.A. Phytoplasma Effector SAP54 Hijacks Plant Reproduction by Degrading MADS-box Proteins and Promotes Insect Colonization in a RAD23-Dependent Manner. **PLOS Biology**, Philadelphia, EUA, v.12, n.4, p.1, 2014.

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. **Nature**, Piracicaba, v.13, p.10, 2023.

MASCARIN, G.M.; PEREIRA JÚNIOR, R.A.; FERNANDES, E.K.K.; QUINTELA, E.D.; DUNLAP, C.A.; ARTHURS, S.P. Phenotype responses to abiotic stresses, asexual reproduction and virulence among isolates of the entomopathogenic fungus *Cordyceps javanica* (Hypocreales: Cordycipitaceae). **Microbiological Research**, Jaguariúna, v.216,

p.1-11, 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Mercado de biodefensivos cresce mais de 70% no Brasil em um ano.** Disponível em:

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/feffmercado-de-biodefensivos-cresce-em-mais-de-50-no-brasil>. Acesso em: 16 mar. 2025.

NAULT, L.R. Maize Bushy Stunt and Corn Stunt: A Comparison of Disease Symptoms, Pathogen Host Ranges, and Vectors. **The American Phytopathological Society**, Cidade do México, México, v.70, n.7, p.1-4, 1980.

OLIVEIRA, C.M.; MOLINA, R.M.S.; ALBRES, R.S.; LOPES, J.R.S. Disseminação de mollicutes do milho a longas distâncias por *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n.1, p.1-5, 2001.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; FERREIRA, B.S.C.; BENTO, J.M.S. **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores.** ed. São Paulo: Manole, 2024. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Jose-Mauricio-Bento/publication/318826631_Control_Biologico_Terminologia_in_portuguese/links/59807e79a6fdcc324bbe5b2e/Controle-Biologico-Terminologia-in-portuguese.pdf. Acesso em: 11 fev. 2025.

PELLEGRINO, G.Q.; ASSAD, E.D.; MARIN, F.R. Mudanças climáticas globais e a agricultura no Brasil. Embrapa Informática Agropecuária. **Revista Multiciência**, Campinas, v.8, p.10, 2007.

POLETO, T.B. **Enhancing *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) control: an integrated approach combining *Cordyceps javanica* (Ascomycota: Hypocreales) and insecticides.** Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, p.9, 2024.

QUINTAS, L.J. Necessidade hídrica para o desenvolvimento da cultura do milho em condições semiáridas. **Brazilian Applied Science Review**, Luanda, Angola, v.6, n.4, p.2, 2022.

SILVEIRA, C.H. **Avaliação da eficácia de inseticidas no controle de *Dalbulus maidis*.** Universidade de São Paulo, São Paulo, p.23-37, 2019.

TOFFANELLI, C.M.; BEDENDO, I.P. Efeito da população infetiva de *Dalbulus maidis* na produção de grãos e no desenvolvimento de sintomas do enfezamento vermelho do milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n.1, p.3-4. 2002.

TSAI, J.H.; STEINBERG, B.; FALK, B.W. Effectiveness and residual effects of seven insecticides on *Dalbulus maidis* and *Peregrinus maidis*. **Journal of Entomological Science**, Griffin, EUA, v.25, n.1, p.5, 1990.

UNITED NATIONS. **ONU destaca importância do milho na segurança alimentar global.** Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional62067710>. Acesso em: 24 mar. 2025.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Corn Explorer.** Disponível em:

<https://www.drought.gov/data-maps-tools/us-crops-and-livestockdrought>. Acesso em: 12 fev. 2025.

VALICENTE, F.H. Controle biológico de pragas com entomopatógenos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.30, n.251, p.7, 2009.

VIRLA, E.G.; ARAOZ, M.V.C.; ALBARRACIN, E.L. Estimation of direct damage to maize seedlings by the corn leafhopper, *Dalbulus maidis*, under different watering regimes. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v.111, n.4, p.1-5, 2021.

WAQUIL, J.M. Efeito na produção e incidência de viroses em híbridos comerciais de milho. **Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.21, n.4, p.1-4, 1996.

WAQUIL, J.M. Cigarrinha-do-milho: vetor de mollicutes e vírus. **Embrapa Milho e Sorgo**, n.41, p.4, 2004.

WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A.; CRUZ, I.; SANTOS, J.P. Aspectos da biologia da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae). **Embrapa Milho e Sorgo. An. Soc. Entomol. Brasil**, Londrina, v.28, n.3, p.1-8, 1999.