UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PATRICK MARCELL KÜSTER

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE INSETICIDA QUÍMICO, BIOLÓGICO E ASSOCIAÇÃO NA CULTURA DO MILHO COM PRESENÇA DA CIGARRINHA-DO-MILHO (*DALBULUS MAIDIS*)

GUARAPUAVA

2024

PATRICK MARCELL KÜSTER

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE INSETICIDA QUÍMICO, BIOLÓGICO E ASSOCIAÇÃO NA CULTURA DO MILHO COM PRESENÇA DA CIGARRINHA-DO-MILHO (*DALBULUS MAIDIS*)

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

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Daniel Bernardi

GUARAPUAVA

2024

Dedico este trabalho a Deus, pois em Sua infinita bondade e misericórdia me capacitou para sua conclusão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me da força e proteção diária;

Agradeço aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis da minha existência e sempre me ensinaram a seguir pelo caminho correto;

Agradeço a minha esposa Kelen pelo incentivo e ajuda nos momentos difíceis e meus filhos Júlio e Patrícia por compreenderem minha ausência;

Agradeço aos meus avós, Sebastião e Joana (in memoriam) por sempre apoiarem meus estudos;

Agradeço ao professor Daniel Bernardi pela paciência e por compartilhar seu conhecimento para o desenvolvimento deste trabalho;

Agradeço ao irmão que a vida me deu, Valtecir Hrchorovitch por compartilhar sempre seus conhecimentos agronômicos e me incentivar;

Agradeço ao Sr. Gemiro José Guzzo, que gentilmente cedeu a área para delimitação das parcelas.

“Tirar o sustento do campo exige coragem, força de vontade, técnica e vocação”.

(RAFAEL NOLÊTO)

RESUMO

A região sudoeste do Paraná possui uma expressiva área destinada ao plantio de milho segunda safra, pois a sua economia se baseia na agricultura, avicultura e suinocultura. A região possui vários aviários destinados a criação de frango de corte e postura, além de granjas de suínos, sendo praticamente todo o milho produzido destinado a alimentação animal. A cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadelidae), ainda é uma praga relativamente nova na região, com os primeiros registros na safrinha de 2020. Os agricultores em sua grande maioria não possuem informações suficientes de quais produtos químicos e associações são mais eficientes. O presente trabalho foi realizado em uma área produtora de milho safrinha na cidade de Itapejara D'Oeste, entre os meses de Janeiro e Junho de 2024. O intuito foi avaliar um inseticida químico do grupo dos Neonicotinoóides, um inseticida biológico *Beauveria bassiana* + *Isaria* javanica e a associação Químico/Biológico. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, contendo quatro tratamentos (Testemunha, Químico, Biológico, Químico/Biológico), tendo quatro repetições cada tratamento. Os parâmetros avaliados foram a eficácia dos inseticidas e associações, número de plantas enfezadas e o rendimento de grãos em Kg/ha. Os resultados apontam que a aplicação do inseticida químico (Neonicotinoide) e a associação Químico/Biológico demonstraram maior eficácia no controle da cigarrinha-do-milho, reduzindo o número de plantas enfezadas em comparação com o tratamento biológico isolado e a testemunha. Em conclusão, o uso de inseticidas químicos e a combinação de tratamentos químicos e biológicos foram mais eficazes na redução da infestação da cigarrinha-do-milho e no aumento do rendimento de grãos.

Palavras-chave: Cigarrinha-do-milho. Enfezamento. Produto biológico em milho.

ABSTRACT

The southwestern region of Paraná has a significant area earmarked for planting second crop corn, as its economy is based on agriculture, poultry and pig farming. The region has several poultry farms for raising broilers and laying chickens, as well as pig farms, and practically all the corn produced is destined for animal feed. The corn leafhopper Dalbulus maidis (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadelidae) is still a relatively new pest in the region, with the first records in the 2020 off-season. Most farmers do not have enough information on which chemical products and associations are most effective. This study was carried out in an area producing corn in the city of Itapejara D'Oeste, between January and June 2024. The aim was to evaluate a chemical insecticide from the Neonicotinoid group, a biological insecticide Beauveria bassiana + Isaria javanica and the Chemical/Biological combination. The experimental design was randomized blocks, with four treatments (Control, Chemical, Biological, Chemical/Biological) and four replications for each treatment. The parameters evaluated were the effectiveness of the insecticides and associations, the number of diseased plants and the grain yield in Kg/ha. The results show that the application of the chemical insecticide (Neonicotinoid) and the Chemical/Biological combination were more effective in controlling the corn leafhopper, reducing the number of diseased plants compared to the biological treatment alone and the control. In conclusion, the use of chemical insecticides and the combination of chemical and biological treatments were more effective in reducing corn leafhopper infestation and increasing grain yield.

Keywords: Corn leafhopper. Stunting plants. Corn biological product.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – INSTALAÇÃO E DEMARCAÇÃO DAS PARCELAS 25
FIGURA 2 – PRESENÇA DA CIGARRINHA NAS FOLHAS DO MILHO.....25
FIGURA 3 – PLANTAS COM SINTOMAS DE ENFEZAMENTO.....26
FIGURA 4 – NÚMERO DE CIGARRINHAS ANTES DA APLICAÇÃO 1 29
FIGURA 5 – NÚMERO DE CIGARRINHAS DEPOIS DA APLICAÇÃO 1 30
FIGURA 6 – NÚMERO DE CIGARRINHAS ANTES DA APLICAÇÃO 2 31
FIGURA 7 – NÚMERO DE CIGARRINHAS DEPOIS DA APLICAÇÃO 2 33
FIGURA 8 – NÚMERO DE CIGARRINHAS ANTES DA APLICAÇÃO 3 34
FIGURA 9 – NÚMERO DE CIGARRINHAS DEPOIS DA APLICAÇÃO 3 36
FIGURA 10 – COMPARAÇÃO DOS DIFERENTES TRATAMENTOS NA QUANTIDADE DE PLANTAS ENFEZADAS 37
FIGURA 11 – COMPARAÇÃO DO RENDIMENTO DAS DIFERENTES PRÁTICAS DE CONTROLE NO CULTIVO DE MILHO. 39

LISTA DE SÍMBOLOS

© - copyright

@ - arroba

® - marca registrada

Σ - somatório de números

Π - produtório de números

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
1.1 JUSTIFICATIVA.....16
1.2 OBJETIVOS.....16
1.2.1 Objetivo geral.....16
1.2.2 Objetivos específicos.....17
1.3 METODOLOGIA.....17
2 IMPACTO ECONÔMICO DAS PRAGAS NO CULTIVO DE MILHO .ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.1 CIGARRINHA-DO-MILHO (DALBULUS MAIDIS).....19
2.2 MÉTODOS DE CONTROLE DE PRAGAS NO MILHO 20
2.3 RESISTÊNCIA DE PRAGAS A INSETICIDAS QUÍMICOS 22
2.4 INSETICIDAS BIOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL.....23
2.5 ESTUDO DE CASO NA REGIÃO SUDOESTE DO PARANÁ.....24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....27
4 RESULTADOS.....28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 40
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 41
REFERÊNCIAS.....42
ANEXO 1 – REGISTROS FOTOGRÁFICOS DA ÁREA EXPERIMENTAL .44

1 INTRODUÇÃO

A agricultura atua na economia de muitas regiões do Brasil, sendo o cultivo de milho uma das atividades agrícolas mais importantes. O milho é uma cultura versátil e importante para diversos setores, incluindo a produção de alimentos e rações para animais. Contudo, a produção de milho enfrenta implicações devido à ocorrência de pragas que podem comprometer seriamente a produtividade e a rentabilidade das lavouras (Vieira Filho, 2022).

Entre as pragas que afetam a cultura do milho, destaca-se a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), um inseto que tem ganhado relevância nos últimos anos. Essa praga é particularmente preocupante porque, além de se alimentar das plantas, é um vetor de patógenos que causam o complexo de enfezamento do milho, uma condição que enfraquece as plantas e reduz a produção de grãos. O controle efetivo dessa praga é, portanto, um tema de grande interesse para agricultores, pesquisadores e profissionais da agronomia (Ávila, 2015).

Na busca por métodos eficientes de controle, os agricultores têm utilizado tanto inseticidas químicos quanto biológicos, além de combinações dessas abordagens. O uso de inseticidas químicos, como os neonicotinóides, é uma prática comum devido à sua ação rápida e eficaz. Todavia, os inseticidas biológicos, como os baseados em fungos entomopatogênicos, têm ganhado espaço como uma alternativa sustentável, especialmente em um cenário onde a preocupação com o impacto ambiental e a resistência de pragas a produtos químicos está em crescente (Busoli *et al*., 2014).

No contexto do sudoeste do Paraná, uma região que se destaca pela produção de milho safrinha, a cigarrinha-do-milho surgiu como uma praga de relevância recente. Com os primeiros registros de infestação ocorrendo em 2020, os produtores ainda estão em fase de adaptação e aprendizado sobre as melhores estratégias de manejo para lidar com essa ameaça. A necessidade de informações confiáveis e práticas eficientes é premente, dado o impacto econômico que a praga pode causar na região (Orben, 2019).

Dessa forma, o presente estudo se propõe a investigar a eficácia comparativa de diferentes métodos de controle da cigarrinha-do-milho, avaliando o desempenho de inseticidas químicos, biológicos e suas associações. A pergunta que orienta esta

pesquisa é: Qual manejo utilizando inseticidas químicos, biológicos ou a combinação de ambos é mais eficaz no controle da cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) na cultura do milho safrinha no sudoeste do Paraná?

1.1 JUSTIFICATIVA

A região sudoeste do Paraná se destaca pela grande área plantada de milho safrinha, pois o clima dessa região é propício para o plantio de segunda safra e gera renda aos agricultores, cerealistas e cooperativas.

Mas nas últimas 4 safras as lavouras de milho verão e milho safrinha vem sendo fortemente atacadas pela cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), causando grandes perdas na produtividade e consequentemente prejuízo financeiro ao agricultor. Por ainda ser uma praga relativamente nova na região, a maioria dos agricultores não tem muita informação sobre os hábitos do inseto, nem quais produtos tem melhor controle sobre ela. O presente trabalho visa comparar a eficiência do produto químico e biológico mais usado pelos agricultores da região, a fim de saber se está sendo uma forma assertiva de controle ou não.

1.2 OBJETIVOS

Avaliar a eficiência comparativa de um inseticida químico (Imidacloprido + Bifentrina), produto este que está entre um dos mais usados pelos agricultores da região Sudoeste do Paraná para o controle da cigarrinha-do-milho *D. maidis*. Bem como o uso de um inseticida biológico (*Beauveria bassiana* BALL 6-2 + *Isaria javanica* URM 7662) e a sua associação (Químico/Biológico). Além disso, buscou-se responder à pergunta: qual manejo é mais eficaz para o controle da cigarrinha-do-milho?

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar inseticidas químicos e biológicos mais usado pelos agricultores da região Sudoeste do Paraná no manejo da cigarrinha-do-milho *D. maidis*.

1.2.2 Objetivos específicos

Avaliar os efeitos e o controle da cigarrinha-do-milho quando pulverizado somente inseticida químico;

Avaliar os efeitos e o controle da cigarrinha-do-milho quando pulverizado somente inseticida biológico

Avaliar os efeitos e o controle da cigarrinha-do-milho na utilização de mistura de inseticidas químicos e biológicos.

1.3 METODOLOGIA

O presente estudo foi conduzido em uma área produtora de milho safrinha localizada na cidade de Itapejara D'Oeste, sudoeste do Paraná, entre os meses de janeiro e junho de 2024. Para avaliar a eficácia dos diferentes métodos de controle da cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis*, foi utilizado um delineamento experimental em blocos casualizados. O experimento contou com quatro tratamentos, sendo eles: Testemunha (sem aplicação de inseticidas), Inseticida Químico, Inseticida Biológico, e a associação Químico/Biológico. Cada tratamento teve quatro repetições, totalizando 16 parcelas experimentais.

O inseticida químico utilizado no estudo foi uma combinação de Imidacloprido + Bifentrina, ambos pertencentes ao grupo dos neonicotinoides, amplamente utilizados na região para o controle de pragas em culturas de milho. Para o tratamento biológico, foram empregados os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* BALL 6-2 e *Isaria javanica* URM 7662, conhecidos por sua capacidade de infectar e matar insetos pragas.

As aplicações dos inseticidas foram realizadas de acordo com as recomendações técnicas, utilizando pulverizadores costais manuais para garantir uma cobertura uniforme das plantas nas parcelas. Os parâmetros avaliados foram: eficácia de cada tratamento no controle da cigarrinha-do-milho, o número de plantas afetadas pelo enfezamento, e o rendimento de grãos, medido em quilogramas por hectare (Kg/ha).

A coleta de dados foi realizada em momentos específicos após a aplicação dos inseticidas, com observações regulares sobre a presença e intensidade da infestação

da cigarrinha-do-milho. O rendimento de grãos foi determinado pela colheita manual das parcelas experimentais e posterior pesagem dos grãos colhidos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística para comparar a eficácia dos tratamentos. Foi utilizada a análise de variância (ANOVA) para determinar se houve diferenças entre os tratamentos, seguida pelo teste de médias para identificar quais tratamentos apresentaram melhor desempenho. As análises foram conduzidas utilizando software estatístico adequado para experimentos agronômicos.

O estudo visa proporcionar recomendações práticas para os produtores da região sudoeste do Paraná sobre as melhores estratégias de manejo para o controle da cigarrinha-do-milho, contribuindo assim para a redução das perdas econômicas causadas por essa praga na cultura do milho safrinha.

2 IMPACTO ECONÔMICO DAS PRAGAS NO CULTIVO DE MILHO

As pragas agrícolas têm um impacto na produtividade das culturas, sendo uma das principais ameaças à segurança alimentar e à estabilidade econômica em regiões agrícolas. No contexto do cultivo de milho, uma das culturas mais importantes do mundo, o impacto das pragas pode ser devastador. A cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) é uma praga que, apesar de recente em algumas regiões, como o sudoeste do Paraná, tem causado grandes preocupações entre os agricultores devido ao seu potencial de destruição (Nogueira *et al*., 2022).

A cigarrinha-do-milho não apenas se alimenta das plantas, mas também é um vetor de patógenos que causam o complexo de enfezamento do milho, que enfraquece as plantas, resultando em redução na produção de grãos. Esse complexo de doenças pode reduzir drasticamente a produtividade das lavouras, levando a uma diminuição considerável na oferta de milho para o mercado. A redução da produtividade afeta diretamente a rentabilidade dos agricultores, que dependem da produção de milho tanto para consumo local quanto para a venda (Cota *et al.,* 2020).

As perdas financeiras causadas pela cigarrinha-do-milho podem ser expressivas. Em muitos casos, os agricultores enfrentam custos adicionais com a compra de inseticidas e com a necessidade de realizar aplicações mais frequentes para tentar controlar a infestação. Por conseguinte, a perda de produtividade significa menos milho disponível para a venda, o que pode levar a uma queda na receita dos

agricultores. Em regiões como o sudoeste do Paraná, onde a economia local é fortemente dependente da agricultura, a disseminação de pragas como a cigarrinha-do-milho pode ter um efeito cascata, afetando não apenas os agricultores, mas também outras indústrias que dependem do milho, como a avicultura e a suinocultura (Nogueira *et al*., 2022).

Os impactos econômicos das pragas não se limitam somente aos custos diretos, como a compra de inseticidas e a perda de colheitas. Há também custos indiretos, como a diminuição do valor das terras agrícolas em áreas infestadas e o aumento do risco financeiro para os agricultores, que podem enfrentar dificuldades para acessar crédito devido ao aumento da incerteza em relação à produção futura. Também, as pragas podem levar a um aumento na volatilidade dos preços do milho, afetando tanto os produtores quanto os consumidores (Paz, 2019).

Diante desses desafios, é importante que os agricultores, pesquisadores e formuladores de políticas públicas trabalhem juntos para desenvolver estratégias de manejo de pragas que possam diminuir as perdas econômicas. Isso inclui a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, o desenvolvimento de variedades de milho mais resistentes e a implementação de programas de monitoramento e controle de pragas. Somente através de uma abordagem integrada será possível amenizar os impactos econômicos das pragas e garantir a sustentabilidade da produção de milho a longo prazo (Silva, 2024).

2.1 CIGARRINHA-DO-MILHO (*DALBULUS MAIDIS*): BIOLOGIA E CICLO DE VIDA

A cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) é uma praga nas culturas de milho, e entender sua biologia e ciclo de vida é importante para o desenvolvimento de estratégias de manejo eficazes. Essa praga pertence à família *Cicadellidae* e tem se destacado devido ao seu impacto negativo sobre a produtividade do milho, especialmente em regiões onde ainda é relativamente nova (Nogueira *et al*., 2022).

A biologia da cigarrinha-do-milho é complexa e seu ciclo de vida é dividido em várias fases distintas. Os adultos da cigarrinha-do-milho são pequenos insetos com asas membranosas que permitem sua dispersão rápida. Após o acasalamento, as fêmeas depositam seus ovos na superfície das folhas de milho. Esses ovos são minúsculos e são colocados em pequenos grupos. A incubação dos ovos leva de 7 a

10 dias, dependendo das condições ambientais, como temperatura e umidade. Após a eclosão, surgem as ninfas, que são imaturas e apresentam um aspecto semelhante ao dos adultos, mas sem asas (Waquil *et al*., 1999).

O desenvolvimento das ninfas passa por várias fases, conhecidas como instares. Cada instar é um estágio de desenvolvimento onde o inseto muda de exoesqueleto e aumenta de tamanho. As ninfas se alimentam da seiva das plantas e, à medida que crescem, se tornam cada vez mais vorazes. O período total de desenvolvimento das ninfas até a fase adulta pode variar, mas geralmente leva de 3 a 4 semanas. Uma vez adultas, as cigarrinhas se alimentam das plantas e continuam o ciclo de reprodução, perpetuando a infestação (Nogueira *et al*., 2022).

A disseminação da cigarrinha-do-milho é facilitada pela capacidade dos adultos de voar longas distâncias. As condições climáticas, como temperaturas elevadas e baixa umidade, favorecem a proliferação da praga, uma vez que as cigarrinhas têm uma maior taxa de desenvolvimento e sobrevivência nessas condições. Por conseguinte, práticas agrícolas como a monocultura e a falta de rotação de culturas também contribuem para a disseminação da cigarrinha-do-milho, criando ambientes propícios para sua multiplicação (Cota *et al.,* 2020).

Outro fator importante que influencia a proliferação da cigarrinha-do-milho é a presença de hospedeiros alternativos. A planta milho, sendo a principal fonte de alimento e reprodução para a cigarrinha, é a principal hospedeira, mas outras gramíneas podem servir como reservatórios de infecção. A presença contínua de milho ou de outras gramíneas na área pode permitir que a praga se mantenha ativa durante todo o ano, tornando o controle mais complicado (Oliveira; Mariano; Tomquelski, 2020).

2.2 MÉTODOS DE CONTROLE DE PRAGAS NO MILHO

O controle de pragas no cultivo de milho é uma questão importante para garantir a produtividade e a sustentabilidade das lavouras. Os métodos disponíveis para o manejo das pragas podem ser amplamente classificados em convencionais e alternativos, cada um com suas particularidades e implicações para a eficácia do controle (Valicente, 2015).

Os inseticidas químicos têm sido utilizados devido à sua ação rápida e abrangente. Produtos como os neonicotinoides são eficazes no combate de várias pragas, incluindo a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*). Esses inseticidas atuam no sistema nervoso dos insetos, levando à sua morte em pouco tempo. A aplicação pode ser feita de forma preventiva ou curativa, oferecendo uma solução rápida para a infestação. Entretanto, o uso contínuo e repetitivo de inseticidas químicos pode levar ao desenvolvimento de resistência por parte das pragas. Por conseguinte, há preocupações com os impactos ambientais desses produtos, como a potencial contaminação dos recursos hídricos e efeitos adversos sobre organismos não-alvo e a saúde humana (Corrêa; Salgado, 2011).

Como alternativa, os inseticidas biológicos têm ganhado destaque por sua abordagem mais sustentável. Produtos baseados em fungos entomopatogênicos, como *Beauveria bassiana* e *Isaria javanica*, oferecem uma opção menos nociva para o meio ambiente. Esses organismos infectam e matam os insetos-alvo, reduzindo a população de pragas sem os efeitos colaterais dos produtos químicos. Embora essa técnica seja mais benéfica para o meio ambiente e a saúde humana, sua eficácia pode ser mais lenta e depender das condições ambientais. Fatores como alta umidade e variações de temperatura podem influenciar a ação dos inseticidas biológicos, tornando a sua aplicação um desafio em algumas circunstâncias (Schaffer, 2023).

A integração de métodos químicos e biológicos, conhecida como manejo integrado de pragas (MIP), pode oferecer uma solução mais equilibrada. Essa técnica busca combinar as forças de cada método, aproveitando a rapidez dos inseticidas químicos e a sustentabilidade dos biológicos. O MIP também inclui práticas culturais e agronômicas, como a rotação de culturas e o manejo adequado das plantas, para reduzir a pressão das pragas. Essas práticas complementares podem ajudar a manter a eficácia dos métodos de controle e reduzir a dependência de produtos químicos (Busoli *et al*., 2014).

Assim, a escolha do método de controle deve levar em consideração não somente a eficácia imediata, mas também os impactos a longo prazo sobre o meio ambiente e a saúde. A combinação de diferentes métodos pode proporcionar um manejo de pragas mais sustentável, protegendo a produção de milho e promovendo a saúde geral das lavouras (Waquil, 2021).

2.3 RESISTÊNCIA DE PRAGAS A INSETICIDAS QUÍMICOS

A resistência de pragas a inseticidas químicos representa uma implicação crescente no manejo integrado de culturas agrícolas, como o milho. Este fenômeno ocorre quando as populações de pragas se adaptam aos produtos químicos usados para controlá-las, tornando-os menos eficientes com o tempo. A cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) é um exemplo de praga que tem mostrado sinais de resistência, o que levanta preocupações para a agricultura (Nogueira *et al*., 2022).

A resistência a inseticidas se desenvolve devido a vários fatores, incluindo a pressão de seleção contínua aplicada pelos produtos químicos. Quando um inseticida é usado repetidamente, os insetos mais suscetíveis são eliminados, enquanto aqueles com variações genéticas que conferem alguma forma de resistência sobrevivem e se reproduzem. Com o tempo, esses indivíduos resistentes se tornam predominantes na população, diminuindo a eficácia do inseticida. Por conseguinte, as práticas inadequadas, como a aplicação de doses subletais ou a falta de rotação de produtos, podem acelerar o processo de resistência (Cota *et al*., 2020).

Para a cigarrinha-do-milho, a resistência a inseticidas químicos é uma preocupação crescente, especialmente porque os neonicotinoides, um grupo de inseticidas amplamente utilizado, têm mostrado eficácia reduzida em algumas áreas. Estudos demonstram que a exposição prolongada a esses produtos pode levar a alterações fisiológicas e comportamentais nos insetos, permitindo-lhes escapar dos efeitos tóxicos dos inseticidas. A resistência pode se manifestar de várias formas, incluindo mudanças na taxa de metabolização do inseticida ou alterações no local de ação do produto no organismo da praga (Queiroz; Cury, 2020).

As implicações da resistência para o manejo sustentável são significativas, ou seja, a redução da eficácia dos inseticidas químicos pode levar a maiores danos nas culturas e a um aumento nos custos de controle para os agricultores. Também, a necessidade de usar doses mais altas ou produtos alternativos pode ter impactos ambientais negativos adicionais, como a contaminação do solo e da água. Para amenizar esses problemas, é importante adotar estratégias de manejo integrado de pragas, que incluem a rotação de inseticidas, o uso de produtos biológicos e a implementação de práticas culturais que reduzam a pressão de seleção (Waquil, 2021).

O desenvolvimento de novos inseticidas com modos de ação diferentes e a promoção de práticas agrícolas que possam diminuir a resistência também são necessários. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento são precisos para entender melhor os mecanismos de resistência e encontrar soluções eficazes. A resistência de pragas a inseticidas químicos destaca a necessidade de estratégias de controle mais diversificadas e sustentáveis, que possam assegurar a produção contínua e eficiente de culturas como o milho (Queiroz; Cury, 2020).

2.4 INSETICIDAS BIOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL

Os inseticidas biológicos têm surgido como uma alternativa sustentável e promissora no controle de pragas, principalmente em um contexto de crescente preocupação com os impactos ambientais dos inseticidas químicos. Esses produtos utilizam organismos vivos ou substâncias derivadas deles para controlar ou erradicar pragas, oferecendo um método que possa diminuir os danos ecológicos e promover a saúde ambiental (Zanuncio Junior *et al*., 2018).

Uma das principais vantagens dos inseticidas biológicos é sua especificidade. Ao contrário dos inseticidas químicos, que podem afetar vários organismos não-alvo, os inseticidas biológicos são geralmente projetados para atacar apenas as pragas alvo. Isso reduz o impacto negativo sobre os predadores naturais e outros insetos benéficos que atuam nos ecossistemas agrícolas. A título de amostra, inseticidas baseados em fungos entomopatogênicos, como *Beauveria bassiana* e *Isaria javanica*, agem especificamente sobre a praga sem prejudicar os insetos úteis que ajudam na polinização ou controle de outras pestes (Schaffer, 2023).

A eficácia dos inseticidas biológicos pode ser comparável à dos produtos químicos, embora os resultados possam variar dependendo de diversos fatores, como as condições ambientais e a espécie de praga. Estudos têm demonstrado que a aplicação de inseticidas biológicos pode reduzir a população de pragas e, em alguns casos, até mesmo igualar ou superar a eficácia dos inseticidas químicos. Também, esses produtos tendem a ter um menor impacto sobre o solo e a água, contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis (Trevisan Junior; Gheller, 2022).

O impacto ambiental positivo dos inseticidas biológicos é um dos principais atrativos para sua adoção. Esses produtos frequentemente resultam em menor

contaminação dos recursos naturais e na preservação da biodiversidade. A utilização de biopesticidas pode ajudar a reduzir a poluição química e melhorar a saúde geral do ecossistema agrícola, promovendo um ambiente mais equilibrado e sustentável (Rodrigues *et al*., 2023).

Todavia, a aceitação dos inseticidas biológicos por parte dos agricultores pode ser um desafio, isto é, a transição de inseticidas químicos para biológicos pode exigir ajustes nas práticas de manejo e uma curva de aprendizado. Alguns agricultores podem hesitar em adotar novas tecnologias devido a preocupações com a eficácia, custo ou falta de familiaridade. Assim, é necessário proporcionar suporte técnico, informações claras sobre benefícios e custos, e demonstrar resultados práticos para incentivar a adoção desses produtos (Trevisan Junior; Gheller, 2022).

Por conseguinte, a integração de inseticidas biológicos com outras práticas de manejo integrado de pragas pode otimizar os resultados. Combinar biopesticidas com métodos culturais, físicos e químicos pode aumentar a eficácia geral do controle de pragas e ajudar a manter a sustentabilidade a longo prazo. O avanço contínuo na pesquisa e desenvolvimento de inseticidas biológicos promete ampliar ainda mais suas aplicações e eficácia, contribuindo para um futuro agrícola mais sustentável (Rodrigues *et al.,* 2023).

2.5 ESTUDO DE CASO NA REGIÃO SUDOESTE DO PARANÁ

A região sudoeste do Paraná é conhecida pela sua produção de milho safrinha, uma segunda safra que se beneficia das condições climáticas favoráveis da região, como solos férteis e temperaturas amenas. Essa prática permite a maximização da produtividade ao longo do ano e contribui para a estabilidade econômica dos produtores.

Entretanto, a intensificação da produção e a crescente pressão de pragas, como a cigarrinha-do-milho, têm gerado preocupações significativas. A cigarrinha-do-milho, ao se alimentar da seiva das plantas e transmitir doenças, implica negativamente a qualidade e a quantidade da produção. A disseminação dessa praga está associada a práticas inadequadas de manejo e ao aumento das áreas cultivadas com milho safrinha

FIGURA 1 – INSTALAÇÃO E DEMARCAÇÃO DAS PARCELAS

FONTE: O autor (2024).

Assim, o estudo de caso realizado na região sudoeste do Paraná aborda a questão da cigarrinha-do-milho *D. maidis*, uma praga que tem impactado a produção de milho safrinha na região. A pesquisa focou na comparação de diferentes métodos de controle para a cigarrinha-do-milho, incluindo tratamentos químicos, biológicos e suas combinações.

FIGURA 2 – PRESENÇA DA CIGARRINHA NAS FOLHAS DO MILHO

FONTE: O autor (2024).

A primeira aplicação dos tratamentos foi realizada em 28 de fevereiro de 2024, com a primeira avaliação feita em 1º de março de 2024. Uma segunda aplicação ocorreu em 3 de março de 2024, com nova avaliação em 5 de março de 2024. A terceira aplicação foi feita em 13 de março de 2024, e as contagens foram ajustadas de acordo com as observações feitas. Durante o estudo, a umidade dos grãos colhidos variou de 21,7% a 23,8%. A umidade máxima tolerada para comércio é 13%, e o total de grãos ardidos e mofados não ultrapassou 5,8% em todas as amostras. O rendimento apresentado na tabela em kg/ha já considera os valores limpos e secos, prontos para o comércio.

FIGURA 3 – PLANTAS COM SINTOMAS DE ENFEZAMENTO

FONTE: O autor (2024).

Os resultados do estudo indicaram que os inseticidas químicos, como o Imidacloprido + Bifentrina, proporcionaram uma redução rápida na população de cigarrinhas, mas a combinação de tratamentos químicos e biológicos mostrou ser mais eficaz para o controle sustentável e de longo prazo. Por conseguinte, o uso de fungos entomopatogênicos, como *Beauveria bassiana* e *Isaria javanica*, foi associado a uma redução significativa na população de cigarrinhas e benefícios ambientais, como menor contaminação do solo e da água.

Assim, a pesquisa também ressaltou a importância das práticas culturais, como a rotação de culturas e a utilização de variedades de milho resistentes, para reduzir a infestação da cigarrinha-do-milho. Estas práticas, combinadas com o controle químico e biológico, têm mostrado ser eficazes para diminuir os impactos da praga. A integração de diferentes métodos de controle e a ênfase em práticas sustentáveis são métodos atuais para o manejo da cigarrinha-do-milho na região sudoeste do Paraná, fornecendo recomendações para os produtores locais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi conduzido em campo durante a segunda safra de milho no ano de 2024, entre os meses Janeiro e Junho em uma propriedade rural no município de Itapejara D'Oeste – PR, localizada nas coordenadas 25º59'14''S 52º52'46''W, com 612 metros de altitude em relação ao nível do mar. O clima predominante é classificado como Subtropical (Cfa) e o solo predominante na região é o Latossolo Vermelho Distroférrico.

A semeadura foi realizada por um conjunto de trator mais semeadora à vácuo, com espaçamento entre linhas de 0,50 m, o híbrido utilizado foi o P3282 VYH com TSI (Diamida + Clotianidina + Ipconazole + Metalaxil-M + Fludioxonil), com densidade de 3,6 sementes/metro, totalizando uma população de 72.000 plantas/ha. A adubação foi feita no sulco de semeadura com uso de 248 Kg/ha^{-1} de fertilizante NPK 10-15-15, não foi realizada adubação nitrogenada de cobertura, em virtude do proprietário da área optar por realizar a mesma.

Aos 2 dias após a emergência das plantas foi realizada pulverização de inseticida químico (Imidacloprido + Bifentrina) na dose de 400 mL/ha, visando o controle de percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae), em área total. O controle das plantas daninhas foi realizado em área total de forma química, utilizando Atrazina + Mesotriona na dose de 2,4 L/ha e adicionado espalhante adesivo à calda na concentração de 0,5 % v/v. No controle de doenças foi utilizado Metominostrobina + Tebuconazol na dose de 600mL/ha e Propiconazole 500 na dose de 400 mL/ha em mistura e em área total, o controle de doenças foi realizado em dois momentos: com o milho no estádio de V6 e no pré – pendoamento. O volume de calda em todas as aplicações em área total foi de 100L/ha e utilizado um pulverizador autopropelido da marca Jacto modelo 4530, utilizando pontas 3D 100 020.

As parcelas foram delimitadas e casualizadas a nível de campo, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC). As parcelas consistiram em 5 linhas de milho com 4 metros de comprimento em cada parcela, totalizando 10 m^2 por parcela e a quantidade foi de 16 parcelas totais.

Nos tratamentos foi utilizado um inseticida químico (Imidacloprido + Bifentrina) registrado para a cultura do milho e para o inseto *D. maidis*. Foram realizadas três

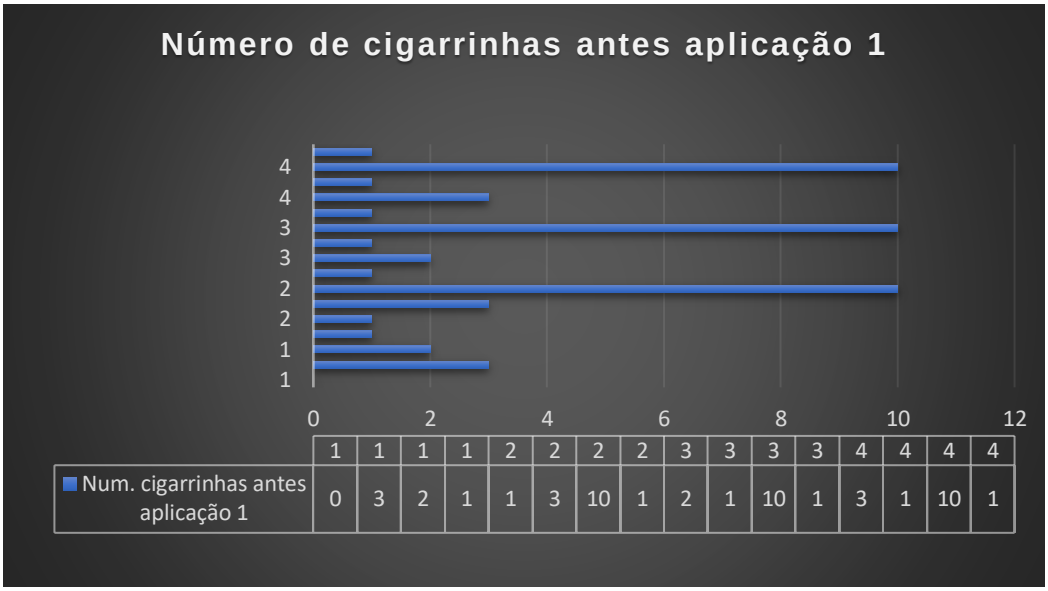
aplicações em momentos distintos da cultura (primeira aplicação estádio V4, a segunda aplicação em estádio V5/V6 e a terceira pulverização se deu no estádio V8) bem como um inseticida biológico *Beauveria bassiana* BALL 6-2 + *Isaria javanica* URM 7662, também em três aplicações (conforme citado anteriormente). Da mesma forma foi avaliado a ssociação do inseticida químico com o inseticida biológico, também em três aplicações (conforme citado anteriormente) e a testemunha. As pulverizações das parcelas foram feitas com pulverizador costal, com uma barra de 3 pontas de jato cônico JCF 80 020, equidistantes a 0,50 cm , com volume de calda de 153 L/ha. O primeiro momento da pulverização se deu no estádio V4, a segunda aplicação em estádio V5 para V6 e a terceira pulverização se deu no estádio V8. Para se definir a eficiência dos produtos foi realizada a contagem das cigarrinhas em dez plantas localizadas na área central da parcela antes da aplicação e após três dias da pulverização feita nova contagem, seguindo a mesma metodologia de contar dez plantas centrais da parcela. A contagem da incidência de plantas enfezadas se deu a partir de R1, sendo analisadas todas as plantas pertencentes as duas linhas centrais da parcela, totalizando oito metros lineares, identificando-se plantas com sintomas de enfezamento. Por fim, foi determinado o rendimento das parcelas mediante a colheita de todas as plantas presentes na parcela. Para tanto, as espigas foram colhidas e debulhadas de forma manual.

Após limpos de impurezas, os grãos de cada parcela foram pesados e corrigido seu teor de umidade para 14%, e após convertidos para Kg/ha. Além de mensurar o rendimento de grãos das parcelas (Kg/ha), a fim de avaliar qual o manejo mais efetivo para o controle da cigarrinha-do-milho, e assim auxiliar na recomendação aos produtores o melhor manejo para o controle do inseto causador do complexo de enfezamento do milho.

4 RESULTADOS

De acordo com os resultados de incidência de cigarrinhas em plantas de milho, ficou evidente a ocorrência natural da praga na área experimental (Figura 4).

FIGURA 4 – NÚMERO DE CIGARRINHAS ANTES DA APLICAÇÃO 1



	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4
Num. cigarrinhas antes aplicação 1	0	3	2	1	1	3	10	1	2	1	10	1	3	1	10	1

FONTE: O autor (2024).

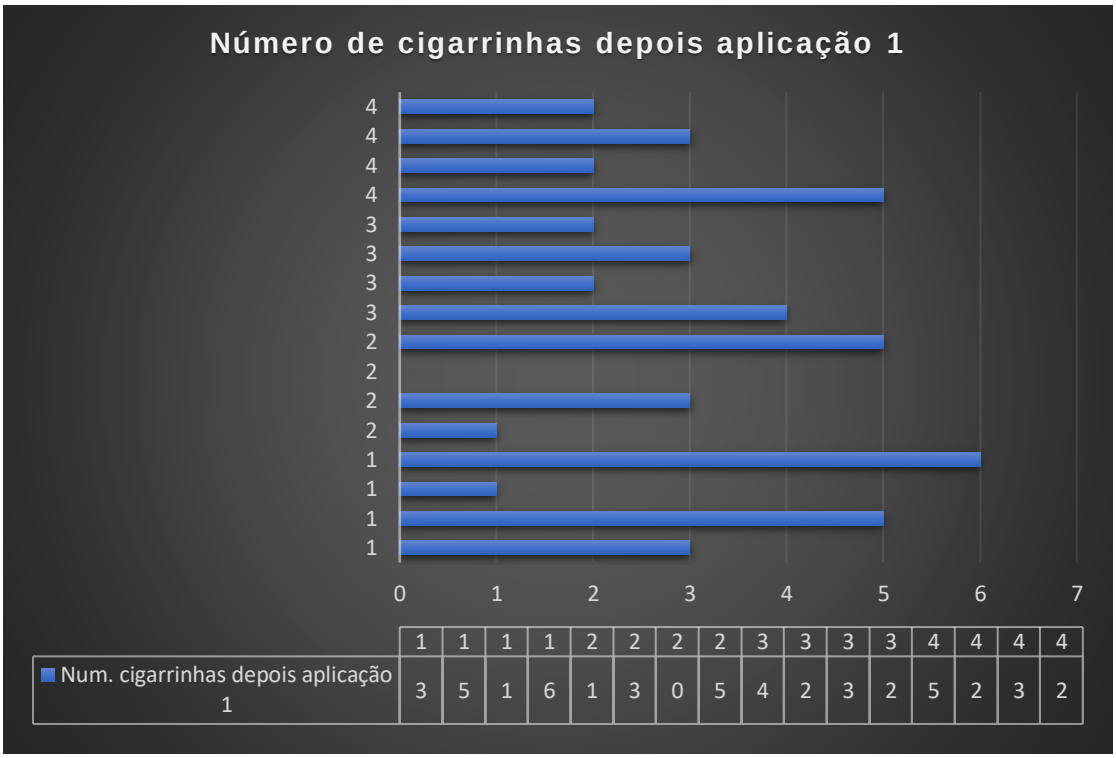
Observa-se que no Tratamento 1 (testemunha), o número de cigarrinhas variou significativamente de 0 a 10, indicando uma alta variabilidade na infestação inicial. Algumas amostras, como a 7 e a 16, apresentam uma quantidade elevada de cigarrinhas, sugerindo uma pressão de infestação considerável antes de qualquer tratamento ser aplicado. Isso indica que a infestação estava bem estabelecida nas áreas amostradas.

No Tratamento 2 (químico), os números de insetos observados variou de 1 a 3. Este padrão sugere que a infestação era relativamente menor antes da aplicação do inseticida químico, quando comparado com o tratamento testemunha. A menor variabilidade observada pode indicar que o inseticida químico pode ter tido algum impacto na redução da população de cigarrinhas antes da aplicação, ou que a infestação estava menos pronunciada inicialmente. Para o Tratamento 3 (biológico), os números de cigarrinhas antes da aplicação variaram de 1 a 10, similar ao tratamento testemunha. Esta alta variabilidade sugere que o controle biológico pode não ter sido muito eficaz na redução da população de cigarrinhas antes da aplicação do tratamento, com algumas amostras apresentando alta infestação, semelhante ao que foi observado para a testemunha.

O Tratamento 4 (químico/biológico) também mostrou uma variação de 1 a 10 no número de cigarrinhas antes da aplicação. Assim como no tratamento biológico, a combinação de inseticida químico e biológico não parece ter proporcionado uma

redução significativa na infestação inicial comparada à testemunha, evidenciando uma pressão de infestação ainda alta em algumas amostras.

FIGURA 5 – NÚMERO MÉDIO DE CIGARRINHAS APÓS DA APLICAÇÃO 1



FONTE: O autor (2024).

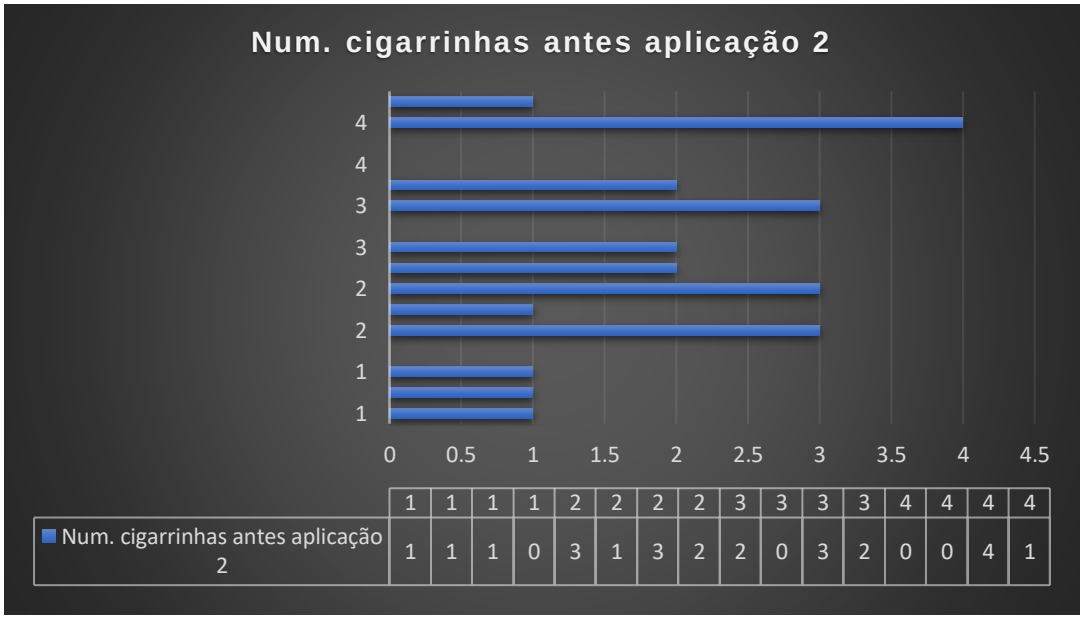
A análise dos dados sobre o número de cigarrinhas após a aplicação dos tratamentos permite avaliar a eficácia de cada abordagem no controle da infestação. O gráfico de barras mostra a variação no número de cigarrinhas observadas após a aplicação dos diferentes tratamentos:

Para o Tratamento 1 (Testemunha), os números de cigarrinhas após a aplicação variaram de 1 a 5. A manutenção de uma média relativamente alta de cigarrinhas sugere que o tratamento testemunha, que não recebeu nenhum controle de pragas, não teve impacto na redução da população de cigarrinhas. A variação observada pode indicar que a infestação continuou praticamente inalterada após a aplicação. No Tratamento 2 (Químico), o número de cigarrinhas variou de 1 a 6. Embora a média dos números tenha diminuído em comparação com o tratamento testemunha, a presença de até 6 cigarrinhas em algumas amostras sugere que o inseticida químico teve um impacto moderado na redução da infestação, mas não foi totalmente eficaz em todos os casos. Isso pode indicar que o tratamento químico teve um efeito positivo, mas não suficiente para erradicar completamente a população de

cigarrinhas. Para o Tratamento 3 (Biológico), os números de cigarrinhas variaram de 0 a 5 após a aplicação. O valor mais baixo observado, 0, sugere que o controle biológico foi capaz de reduzir significativamente a infestação em algumas amostras, alcançando um controle total em pelo menos uma delas. A eficácia do tratamento biológico parece ser variável, com resultados que podem depender de vários fatores, como a aplicação correta do produto ou a atividade dos agentes biológicos. No Tratamento 4 (Químico/Biológico), o número de cigarrinhas após a aplicação variou de 2 a 5. A combinação dos tratamentos químico e biológico parece ter proporcionado um controle razoável, mas não total. A presença de até 5 cigarrinhas em algumas amostras sugere que, apesar da combinação dos métodos, ainda houve alguma infestação residual. Isso pode indicar que a associação dos dois métodos de controle teve um efeito sinérgico, mas a eficácia não foi uniforme em todas as amostras.

Dessa forma, o tratamento biológico mostrou um potencial para a redução da população de cigarrinhas em algumas amostras avaliadas. O tratamento químico também reduziu a infestação, mas não eliminou completamente a presença das cigarrinhas. A combinação de tratamentos químicos e biológicos teve um impacto positivo, mas não foi completamente eficaz em todas as amostras.

FIGURA 6 – NÚMERO DE CIGARRINHAS ANTES DA APLICAÇÃO 2



FONTE: O autor (2024).

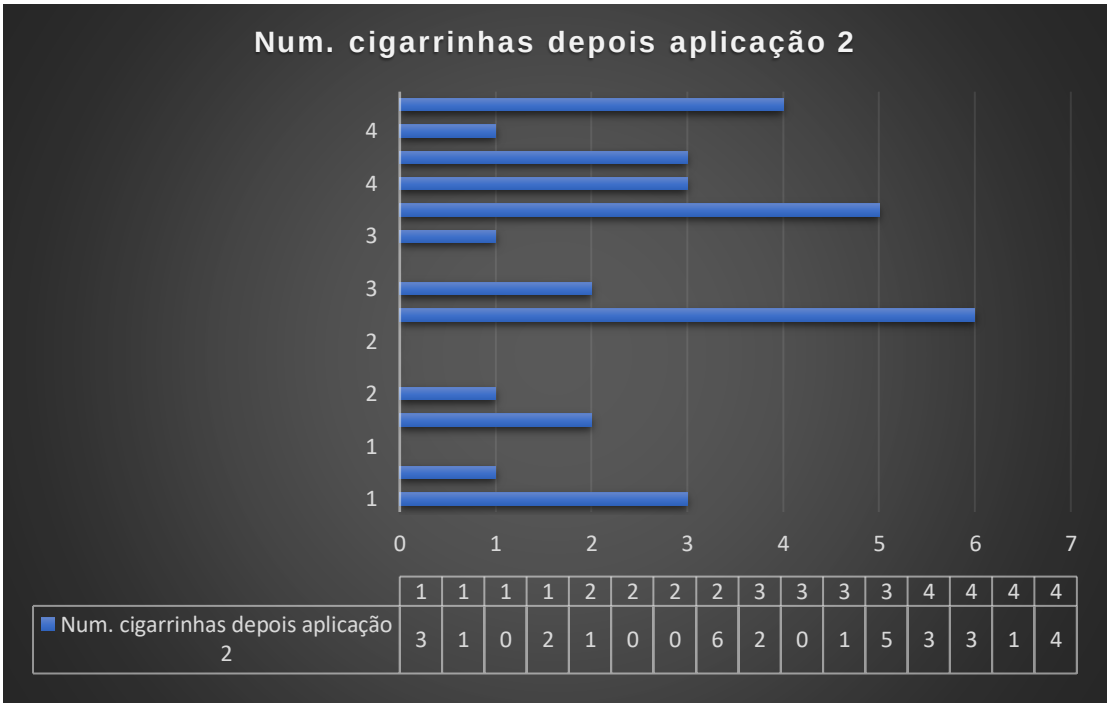
A análise dos dados sobre o número de cigarrinhas antes da aplicação dos tratamentos permite uma visão inicial sobre a infestação e a eficácia dos tratamentos

a partir desse ponto de partida. Cada tratamento foi aplicado em diferentes amostras com diferentes níveis de infestação inicial.

Para o Tratamento 1 (Testemunha), o número de cigarrinhas antes da aplicação variou de 0 a 4. A presença de 0 cigarrinhas em algumas amostras e até 4 em outras sugere uma variação significativa na infestação inicial. Essa variação pode indicar que a pressão de infestação estava presente em diferentes níveis nas amostras antes da aplicação do tratamento, refletindo a diversidade nas condições do campo. No Tratamento 2 (Químico), os números de cigarrinhas antes da aplicação foram mais baixos, variando de 0 a 3. Isso sugere que a infestação inicial era relativamente menor em comparação com o tratamento testemunha, indicando que o inseticida químico pode ter tido algum efeito em reduzir a população de cigarrinhas antes da aplicação, ou que as áreas estavam menos infestadas inicialmente. Para o Tratamento 3 (Biológico), o número de cigarrinhas antes da aplicação variou de 0 a 3. A presença de 0 cigarrinhas em algumas amostras indica que o controle biológico pode ter contribuído para a redução da infestação antes da aplicação do tratamento, ou que as amostras estavam menos infestadas inicialmente. A variação também sugere que a eficácia do tratamento biológico pode variar de acordo com as condições específicas de cada amostra. No Tratamento 4 (Químico/Biológico), o número de cigarrinhas antes da aplicação variou de 0 a 4. A variação é semelhante à observada no tratamento testemunha, indicando que a combinação dos métodos químicos e biológicos não resultou em uma redução consistente da infestação antes da aplicação, ou que a infestação inicial variou amplamente.

Desse modo, os dados mostram que a infestação inicial das cigarrinhas variou consideravelmente entre as amostras. O tratamento químico e o biológico apresentaram uma infestação inicial mais baixa em comparação com o tratamento testemunha, indicando que esses métodos podem ter um impacto positivo na redução da infestação inicial. A combinação dos tratamentos químicos e biológicos não apresentou uma redução na infestação inicial, refletindo a necessidade de mais investigação para entender melhor como essa combinação afeta a população de cigarrinhas.

FIGURA 7 – NÚMERO DE CIGARRINHAS DEPOIS DA APLICAÇÃO 2.



	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4
Num. cigarrinhas depois aplicação 2	3	1	0	2	1	0	0	6	2	0	1	5	3	3	1	4

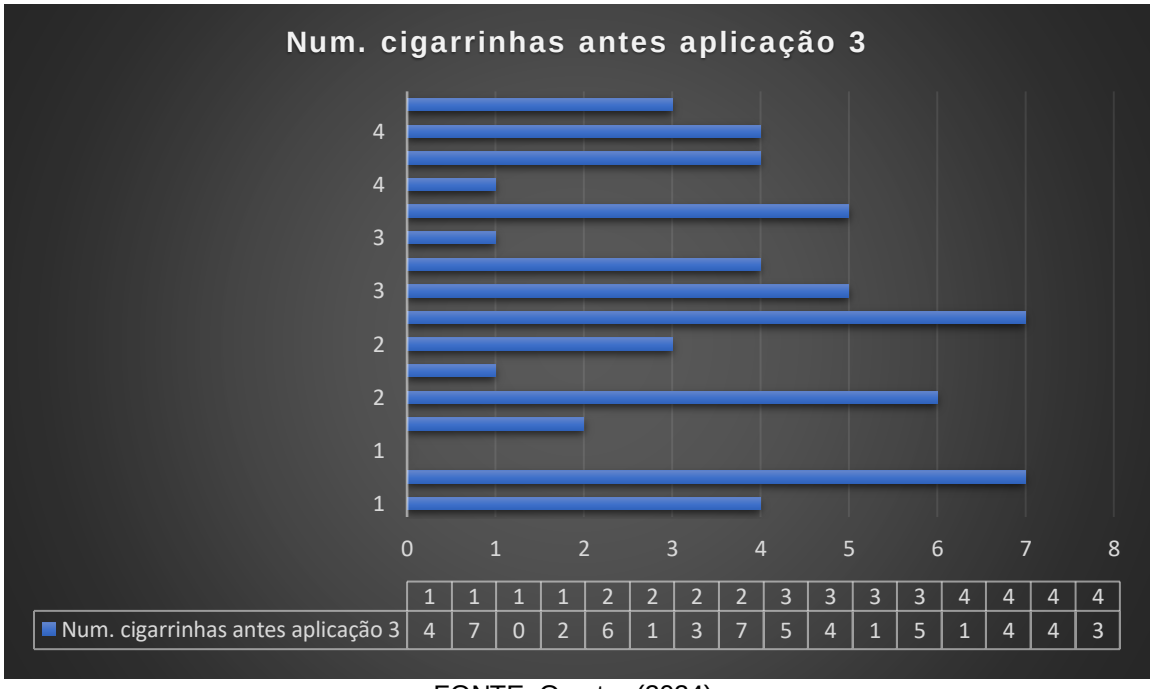
FONTE: O autor (2024).

A análise dos dados sobre o número de cigarrinhas após a aplicação dos tratamentos permite avaliar a eficácia de cada abordagem na redução da infestação. Cada tratamento foi aplicado em diferentes amostras e os números de cigarrinhas foram registrados após a aplicação.

Para o Tratamento 1 (Testemunha), os números de cigarrinhas após a aplicação variaram de 0 a 3. A presença contínua de cigarrinhas em algumas amostras sugere que o tratamento testemunha, sem nenhum controle de pragas, não conseguiu reduzir significativamente a população de cigarrinhas. A variação observada indica que, sem intervenção, a infestação permaneceu relativamente constante. No Tratamento 2 (Químico), o número de cigarrinhas após a aplicação variou de 0 a 6. Embora a maioria das amostras tenha mostrado uma redução ou controle da infestação (com registros de 0 a 2 cigarrinhas), algumas amostras apresentaram um número mais alto de cigarrinhas, chegando a 6. Isso sugere que o inseticida químico teve um efeito positivo em muitas amostras, mas a eficácia foi variável, com algumas amostras ainda apresentando um número relativamente alto de cigarrinhas. Para o Tratamento 3 (Biológico), os números de cigarrinhas após a aplicação variaram de 0 a 5. As amostras com 0 cigarrinhas indicam que o controle biológico foi eficaz em algumas áreas, reduzindo a infestação a níveis muito baixos. Todavia, outras

amostras ainda apresentaram uma quantidade significativa de cigarrinhas, com até 5 presentes, o que sugere que a eficácia do controle biológico pode ser inconsistente, dependendo das condições específicas de cada amostra. No Tratamento 4 (Químico/Biológico), o número de cigarrinhas variou de 1 a 4. A presença de cigarrinhas foi reduzida em comparação com a testemunha e algumas amostras, mas não eliminada completamente. A combinação dos métodos químicos e biológicos parece ter proporcionado um controle razoável da infestação, com uma média mais baixa em comparação com o tratamento testemunha e o tratamento químico isolado, mas ainda houve algumas amostras com números relativamente altos de cigarrinhas. Dessa maneira, os dados mostram que todos os tratamentos conseguiram reduzir o número de cigarrinhas em comparação com a testemunha, mas com graus variados de eficácia. O tratamento químico e a combinação de químico e biológico apresentaram alguma eficácia na redução da infestação, enquanto, o tratamento biológico isolado também foi eficaz em alguns casos, mas apresentou uma variação maior nos resultados. Esses dados indicam que, embora todos os tratamentos tenham algum efeito positivo, a eficácia pode variar e depende das condições específicas de cada amostra.

FIGURA 8 – NÚMERO DE CIGARRINHAS ANTES DA APLICAÇÃO 3



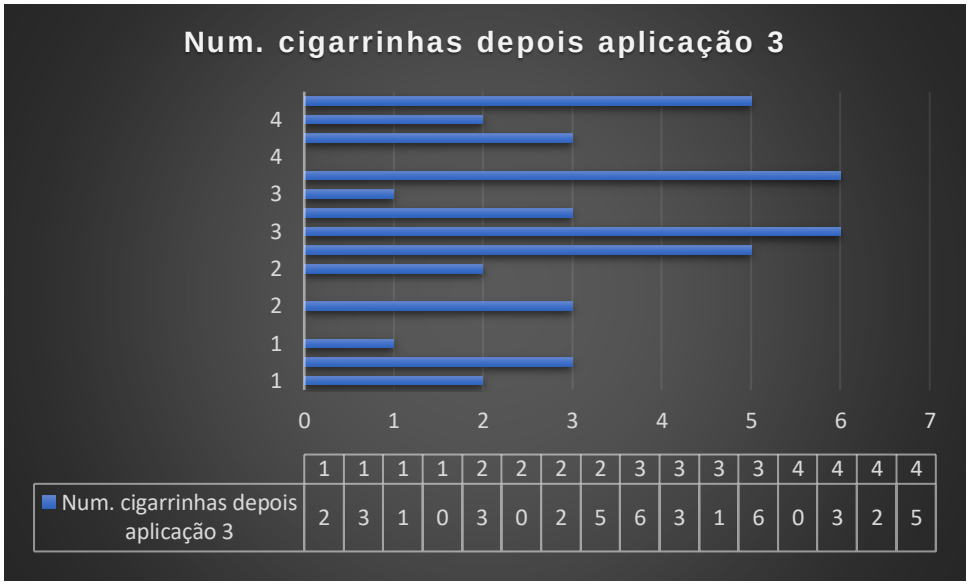
FONTE: O autor (2024).

A análise dos dados sobre o número de cigarrinhas antes da aplicação dos tratamentos fornece uma visão sobre a intensidade da infestação inicial para cada tratamento. Esses dados são importantes para entender a eficácia potencial dos diferentes métodos de controle.

Para o Tratamento 1 (Testemunha), o número de cigarrinhas antes da aplicação variou de 0 a 7. A variação ampla, com valores tanto baixos quanto altos, indica uma diversidade na infestação inicial entre as amostras. Em algumas amostras, a infestação foi relativamente baixa (0 a 3), enquanto em outras foi bastante alta (4 a 7), o que sugere que as condições de infestação variaram consideravelmente antes da aplicação do tratamento. No Tratamento 2 (Químico), os números de cigarrinhas antes da aplicação variaram de 1 a 6. A infestação inicial foi, em geral, menor do que a observada no tratamento testemunha, com a maioria das amostras apresentando números mais baixos (2 a 6). Isso pode indicar que o inseticida químico pode ter tido algum efeito na redução da população de cigarrinhas antes da aplicação, ou que as áreas tratadas estavam inicialmente menos infestadas. Para o Tratamento 3 (Biológico), o número de cigarrinhas antes da aplicação variou de 4 a 7. A infestação foi relativamente alta, com todas as amostras apresentando números superiores a 4. Isso sugere que, antes da aplicação, a pressão de infestação era alta e que o controle biológico enfrentava uma situação de infestação mais severa. A eficácia do controle biológico pode ser desafiada por essa alta densidade inicial. No Tratamento 4 (Químico/Biológico), o número de cigarrinhas antes da aplicação variou de 1 a 4. A infestação foi mais moderada em comparação com o tratamento biológico, com a maioria das amostras apresentando números entre 1 e 4. Esse padrão sugere que a combinação dos tratamentos químicos e biológicos pode ter ajudado a manter a infestação a um nível mais controlável antes da aplicação, embora a variação ainda seja considerável.

Assim, os dados mostram que a infestação inicial das cigarrinhas variou entre os tratamentos. O tratamento químico e a combinação química/biológica apresentaram uma infestação inicial mais baixa em comparação com o tratamento testemunha e o biológico, sugerindo que essas abordagens podem ter sido mais eficazes na redução da infestação antes da aplicação. O tratamento biológico, entretanto, enfrentou uma infestação mais alta, o que pode ter impactado sua eficácia potencial.

FIGURA 9 – NÚMERO DE CIGARRINHAS DEPOIS DA APLICAÇÃO 3



FONTE: O autor (2024).

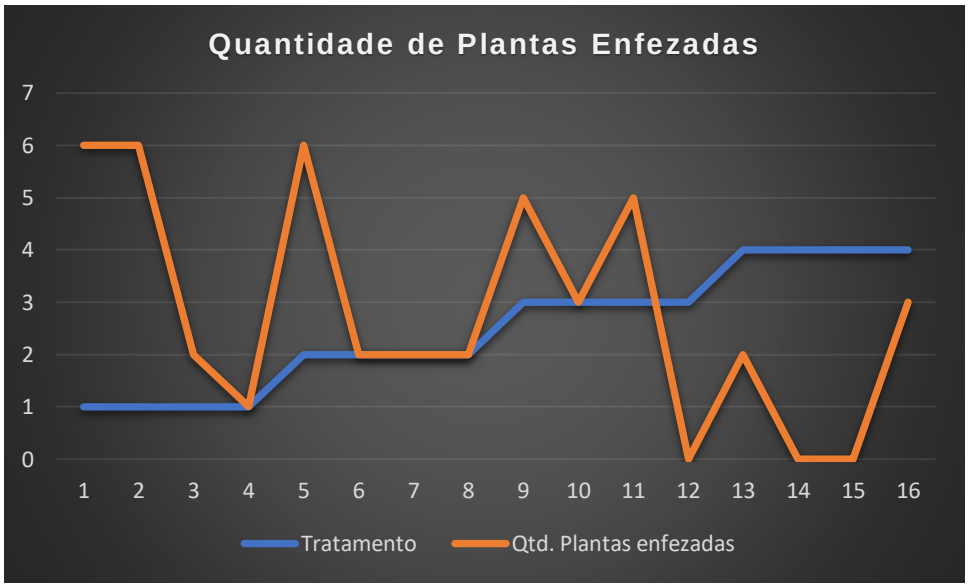
A análise dos dados sobre o número de cigarrinhas após a aplicação dos tratamentos proporciona percepções sobre a eficácia de cada método de controle.

Para o Tratamento 1 (Testemunha), os números de cigarrinhas após a aplicação variaram de 1 a 3. Os valores observados sugerem que o tratamento testemunha, que não recebeu controle de pragas, resultou em uma redução limitada da infestação. A presença de 1 a 3 cigarrinhas após a aplicação indica que a infestação não foi significativamente reduzida, o que é esperado, já que não houve intervenção específica contra as cigarrinhas.

No Tratamento 2 (Químico), o número de cigarrinhas após a aplicação variou de 0 a 3. Esse tratamento mostrou uma redução eficaz na infestação, com a maioria das amostras apresentando valores baixos (0 a 2). Todavia, em uma amostra, o número de cigarrinhas chegou a 3, o que sugere que, embora o inseticida químico tenha sido geralmente eficaz, houve alguma variação na resposta das amostras ao tratamento. Para o Tratamento 3 (Biológico), os números de cigarrinhas após a aplicação variaram de 1 a 6. Embora foi verificado algumas amostras com números baixos de cigarrinhas (1 a 3), outras amostras apresentaram uma quantidade maior (4 a 6). Isso sugere que o tratamento biológico teve um efeito positivo em algumas amostras, mas sua eficácia foi variável, com algumas áreas ainda apresentando níveis relativamente altos de infestação. No Tratamento 4 (Químico/Biológico), o número de cigarrinhas variou de 0 a 5. Este tratamento mostrou uma eficácia geral na redução

da infestação, com a maioria das amostras apresentando números baixos (0 a 3). No entanto, em algumas amostras, o número de cigarrinhas chegou a 5, indicando que, embora a combinação dos métodos químicos e biológicos tenha proporcionado um bom controle na maioria das amostras, ainda houve algumas variações na eficácia. Dessa forma, os dados indicam que todos os tratamentos tiveram algum efeito positivo na redução do número de cigarrinhas em comparação com o tratamento testemunha. O tratamento químico foi geralmente eficaz na redução da infestação, enquanto o tratamento biológico apresentou variação nos resultados. A combinação de tratamentos químicos e biológicos também foi eficaz, mas com algumas variações. Esses resultados destacam a importância de considerar a eficácia variável dos tratamentos e a necessidade de ajustar as estratégias de controle de acordo com as condições específicas do cultivo.

FIGURA 10 – COMPARAÇÃO DOS DIFERENTES TRATAMENTOS NA QUANTIDADE DE PLANTAS ENFEZADAS



FONTE: O autor (2024).

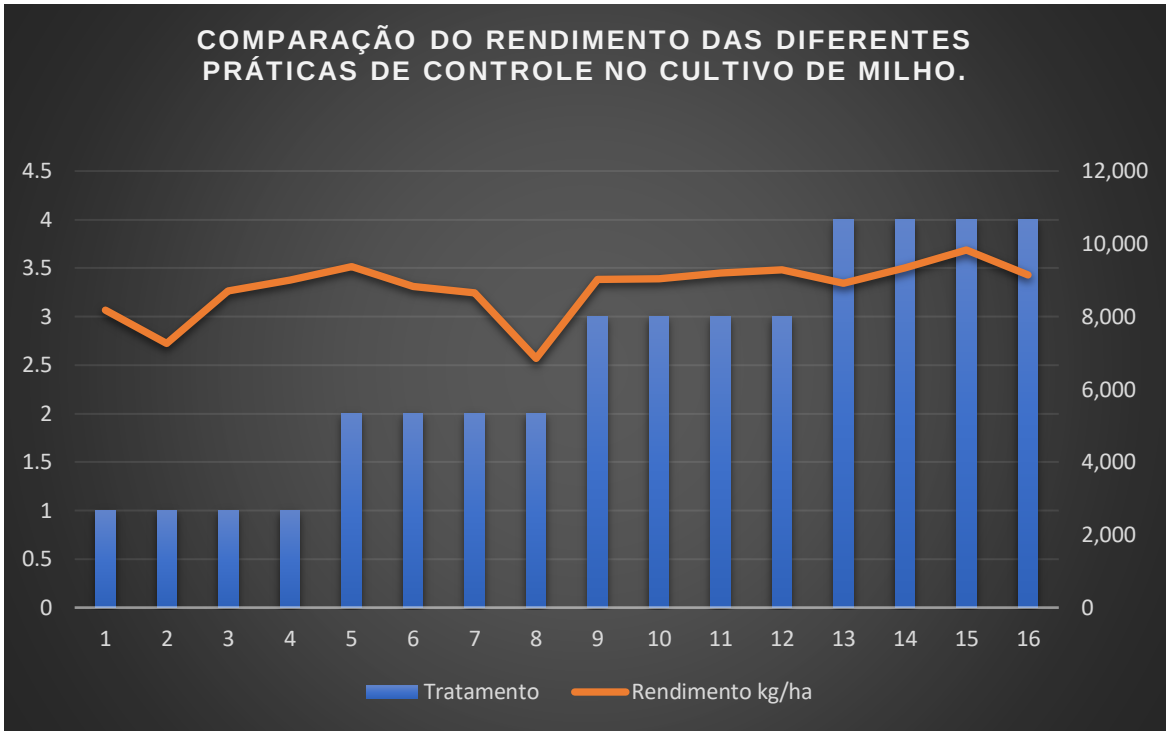
A análise dos dados sobre o número de plantas enfezadas para cada tratamento proporciona informações sobre a eficácia dos diferentes métodos de controle de pragas na redução dos danos causados às plantas.

Para o Tratamento 1 (Testemunha), o número de plantas enfezadas variou de 1 a 6. A variação com valores mais altos observados em algumas amostras (6 plantas enfezadas), sugere que, sem a aplicação de um controle específico, o nível de infecção foi relativamente alto. Isso indica que a infestação de pragas estava sem

controle, resultando em danos significativos às plantas. No Tratamento 2 (Químico), o número de plantas enfezadas variou de 2 a 6. A presença de até 6 plantas enfezadas em algumas amostras indica que, embora o tratamento químico tenha tido algum efeito de controle, ele não conseguiu reduzir o número de plantas enfezadas em todas as amostras. A variação na eficácia pode sugerir que o inseticida químico teve uma resposta desigual em diferentes condições ou que a infestação foi intensa. Para o Tratamento 3 (Biológico), o número de plantas enfezadas variou de 0 a 5. Esse tratamento mostrou uma capacidade significativa para reduzir o número de plantas enfezadas, com a presença de 0 a 2 plantas enfezadas em algumas amostras. Isso sugere que o controle biológico foi relativamente eficaz na redução da infecção, embora ainda houvesse algumas amostras com um número mais alto de plantas enfezadas. No Tratamento 4 (Químico/Biológico), o número de plantas enfezadas variou de 0 a 3. A combinação dos métodos químicos e biológicos parece ter proporcionado uma redução eficaz no número de plantas enfezadas, com a maioria das amostras mostrando valores baixos (0 a 3 plantas enfezadas). Esse resultado sugere que a combinação de tratamentos foi eficiente em controlar a infecção e reduzir os danos às plantas.

Desse modo, os dados indicam que o tratamento biológico e a combinação química/biológica foram mais eficazes na redução do número de plantas enfezadas em comparação com o tratamento testemunha e o tratamento químico isolado. O tratamento químico mostrou alguma eficácia, mas com variação nos resultados. A combinação de métodos químicos e biológicos parece ter proporcionado o controle mais consistente da infecção, sugerindo que uma técnica integrada pode ser a mais eficiente para reduzir danos às plantas. Esses resultados são importantes para ajustar as estratégias de manejo e controle de pragas para melhorar a saúde das plantas e o rendimento das culturas.

FIGURA 11 – COMPARAÇÃO DO RENDIMENTO DAS DIFERENTES PRÁTICAS DE CONTROLE NO CULTIVO DE MILHO.



FONTE: O autor (2024).

A análise dos dados de rendimento (kg/ha) para cada tratamento fornece uma visão sobre a eficácia dos métodos de controle de pragas na produtividade final das culturas.

Para o Tratamento 1 (Testemunha), os rendimentos variaram de 7.260 a 9.000 kg/ha. A variação observada indica que, sem a aplicação de controle de pragas, o rendimento foi relativamente bom em algumas amostras, mas não tão elevado quanto os rendimentos obtidos com outros tratamentos. Isso sugere que a falta de controle específico pode ter levado a uma redução moderada na produtividade. No Tratamento 2 (Químico), os rendimentos variaram de 6.850 a 9.370 kg/ha. A presença de um rendimento mais baixo em algumas amostras (6.850 kg/ha) indica que o tratamento químico pode não ter sido igualmente eficaz em todas as condições, resultando em uma variação na produtividade. Contudo, as amostras com rendimento mais alto também mostraram que o controle químico pode ter sido benéfico para a produtividade em certos casos. Para o Tratamento 3 (Biológico), os rendimentos variaram de 9.020 a 9.292 kg/ha. Os rendimentos mais altos observados neste tratamento sugerem que o controle biológico foi bastante eficaz na melhoria da produtividade. A consistência dos rendimentos mais altos indica que o controle biológico teve um impacto positivo

na produtividade das culturas. No Tratamento 4 (Químico/Biológico), os rendimentos variaram de 8.920 a 9.830 kg/ha. Este tratamento mostrou os rendimentos mais elevados em comparação com os outros tratamentos, com valores consistentemente altos em todas as amostras. A combinação de métodos químicos e biológicos parece ter proporcionado a maior produtividade, sugerindo que a abordagem integrada foi eficiente na elevação do rendimento das culturas.

Desse modo, os dados indicam que a combinação de tratamentos químicos e biológicos resultou nos maiores rendimentos em comparação com os tratamentos individuais e a testemunha. O tratamento biológico também demonstrou uma melhoria na produtividade, enquanto o tratamento químico apresentou uma variação maior nos rendimentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo visou avaliar a eficácia de diferentes métodos de controle da cigarrinha-do-milho *D. maidis* em uma área produtora de milho safrinha no sudoeste do Paraná. Foram comparados três tratamentos: inseticida químico (Imidacloprido + Bifentrina), inseticida biológico (*Beauveria bassiana* + *Isaria javanica*) e a combinação desses dois métodos, além de um tratamento testemunha sem aplicação de inseticidas. Os resultados mostraram que o tratamento químico reduziu a população de cigarrinhas, mas não foi totalmente eficaz em erradicar a praga, com uma infestação residual em algumas amostras. O tratamento biológico apresentou variações na eficácia, com algumas amostras mostrando controle satisfatório, enquanto, outras, mantiveram níveis de infestação significativos. A combinação dos tratamentos químico e biológico teve um impacto positivo, reduzindo a infestação de forma mais eficaz do que os tratamentos individuais, mas ainda não conseguiu eliminar completamente a praga.

A análise dos dados revelou que a infestação inicial variou entre as amostras, o que pode ter influenciado os resultados. A umidade dos grãos colhidos e a presença de grãos ardidos e mofados foram monitoradas, e os dados indicaram um controle adequado desses problemas, com os rendimentos ajustados refletindo a qualidade e produtividade da colheita. Dessa forma, o estudo sugere que, enquanto o tratamento químico e a combinação de tratamentos apresentam benefícios no controle da

cigarrinha-do-milho, o manejo integrado que combina técnicas químicas e biológicas pode oferecer uma solução mais eficaz, mas ainda não é capaz de eliminar completamente a praga.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Diante dos resultados obtidos e das observações feitas neste estudo, recomenda-se a realização de pesquisas futuras com foco em diversos aspectos. É aconselhável a condução de estudos de longo prazo para avaliar a eficácia dos tratamentos químicos, biológicos e combinados ao longo de múltiplas safras.

Por conseguinte, futuros estudos poderiam explorar a eficácia de novos agentes biológicos ou a combinação de diferentes agentes no controle da cigarrinha-do-milho. A identificação e utilização de novos agentes poderiam contribuir para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficientes e sustentáveis, que reduzam a dependência de inseticidas químicos e mitiguem os impactos ambientais associados.

Sendo assim, seria relevante a investigação do impacto das práticas culturais associadas ao manejo da cigarrinha-do-milho, como rotação de culturas e controle da palhada, em combinação com os métodos de controle químico e biológico. A análise dessas práticas em conjunto poderia oferecer uma visão melhor do manejo integrado de pragas, possibilitando o desenvolvimento de técnicas adaptáveis às variações regionais e sazonais.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, Crébio José. **Manejo integrado das principais pragas que atacam a cultura do milho no país.** Visão Agrícola, Esalq/USP, 2015.

BUSOLI, Antonio Carlos *et al.* **Manejo Integrado de Pragas:** Pesquisas, avanços e desafios. In: BRANDI, Maria de Lourdes (Org.). Tópicos em Entomologia Agrícola VII. 8. ed. São Paulo. 2014. p. 309-329.

CORRÊA, João Carlos Reis; SALGADO, Henrique Raimundo Nascimento. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais,** v. 13, n. 4, p. 500-506, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000400016. Acesso em: 15 ago. 2024.

COTA, Luciano Viana *et al.* **Manejo da cigarrinha e enfezamentos na cultura do milho.** Sistema FAEP/SENAR-PR, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/arquivos/Cartilhacigarrinhaeenfezamentos_Embrapa.pdf. Acesso em: 15 ago. 2024.

NOGUEIRA, Glaucia Cortez *et al.* **Controle e manejo da cigarrinha do milho (Dalbulus maidis) no Brasil.** Ciências Biológicas, 2022.1. Disponível em: file:///C:/Users/sansung/Downloads/Artigo%20Cientifico..tcc%20.pdf. Acesso em: 15 ago. 2024.

OLIVEIRA, Josiane; MARIANO, Patrícia; TOMQUELSKI, Germison. Controle químico contra cigarrinha do milho. **Revista Cultivar,** 2020. Disponível em: https://revistacultivar.com.br/artigos/controle-quimico-contra-cigarrinha-do-milho. Acesso em: 15 ago. 2024.

ORBEN, Tiago Arcanjo. **A questão agrária no sudoeste do Paraná e as relações campo-cidade.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA ANPUH. Anais... [online]. 2019. Disponível em: https://anpuh.org.br/uploads/anais-simposios/pdf/2019-01/1548945015_45e0e2497a94775921bffd8ef74eaa53.pdf. Acesso em: 15 ago. 2024.

PAZ, Alessandra. **Mensuração econômica da incidência de pragas e doenças no Brasil:** uma aplicação para as culturas de soja, milho e algodão. 2019. Disponível em:https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_EstudoPragaseDoencas_Parte%201.pdf. Acesso em: 15 ago. 2024.

QUEIROZ, Roberta Matos; CURY, Jairo. **Avaliação da eficiência de inseticidas no controle da cigarrinha do milho**. Anais do 3° Simpósio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsoma. 2020; 295-304.

RODRIGUES, S. *et al.* Biopesticidas: desafios para a investigação. **Revista Ciência Elementar,** v. 11, n. 2, p. 019, 2023. Disponível em: https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2023/019/. Acesso em: 15 ago. 2024.

SCHAFFER, Naihana. **Utilização de fungos entomopatogênicos no controle de pragas de grãos armazenados:** uma revisão. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agronômica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2023.

SILVA, Marco Aurélio da. **Desenvolvimento rural sustentável e agroecologia:** uma abordagem integrada para a sustentabilidade ambiental e social. 2024. Disponível em: http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=4897. Acesso em: 15 ago. 2024.

TREVISAN JUNIOR, Reginaldo Aparecido; GHELLER, Jorge Alberto. Eficácia de inseticidas químicos e biológicos no controle da cigarrinha-do-milho. **Revista Cultivando o Saber,** v. 15, n. 1, p. 1-15, 22 out. 2022. Disponível em: https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/1150. Acesso em: 16 ago. 2024.

VALICENTE, Fernando Hercos. **Manejo Integrado de Pragas na Cultura do Milho.** Embrapa, janeiro 2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.3438.8885.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **O desenvolvimento da agricultura do Brasil e o papel da Embrapa.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea, Rio de Janeiro, março 2022.

WAQUIL, José M. *et al.* **Aspectos da biologia da cigarrinha-do-milho, Dalbulus maidis (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae).** Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 28, n. 3, p. 445-453, set. 1999. DOI: 10.1590/S0301-80591999000300005.

WAQUIL, José Magid. **Manejo Integrado de Pragas**. Embrapa. 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/pragas-e-doencas/pragas/manejo-integrado-de-pragas. Acesso em: 15 ago. 2024.

ZANUNCIO JUNIOR, Jose Salazar *et al.* Manejo agroecológico de pragas: alternativas para uma agricultura sustentável. **Revista Brasileira de Agroecologia,** v. 3, n. 3, p. 18-34, dez. 2018.

ANEXO 1 – REGISTROS FOTOGRÁFICOS DA ÁREA EXPERIMENTAL

FIGURA 1 - INSTALAÇÃO E DEMARCAÇÃO DAS PARCELAS

FONTE: O autor (2024).

FIGURAS 2, 3 – DEMARCAÇÃO DE PARCELAS E PLANTAS COM SINTOMAS DE ENFEZAMENTO

FONTE: O autor (2024).

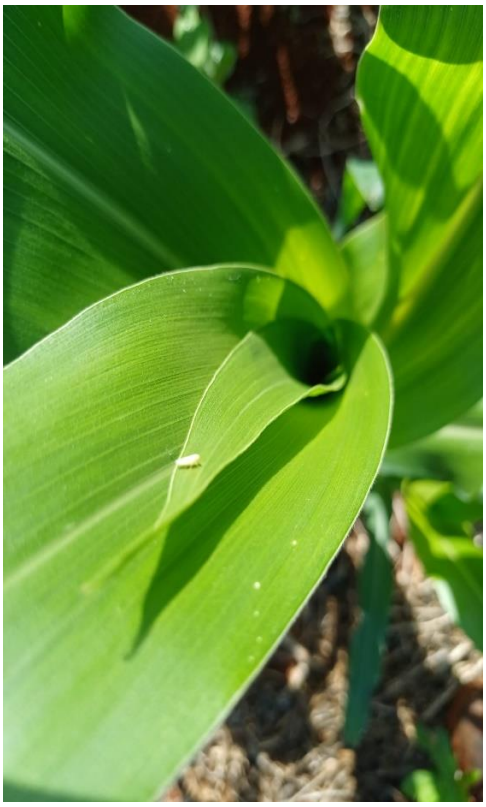
FIGURAS 4, 5 - FOLHAS DE MILHO

FONTE: O autor (2024).

FIGURA 6 – PLANTAÇÃO DE MILHO

FONTE: O autor (2024).

FIGURAS 7, 8 - PRESENÇA DA CIGARRINHA NAS FOLHAS DO MILHO



FONTE: O autor (2024).

FIGURAS 9, 10 – TRATAMENTO QUÍMICO-BIOLÓGICO DA CIGARRINHA NAS FOLHAS DO MILHO

FONTE: O autor (2024).

FIGURA 11 – DEMARCAÇÃO DE PARCELAS

FONTE: O autor (2024).