

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**EFICÁCIA DE INSETICIDAS SINTÉTICOS E BIOLÓGICOS NO CONTROLE DA
CIGARRINHA-DO-MILHO**

Adelson Pereira dos Santos

Unai
2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**EFICÁCIA DE INSETICIDAS SINTÉTICOS E BIOLÓGICOS NO CONTROLE DA
CIGARRINHA-DO-MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia, como parte dos requisitos
exigidos para a conclusão do curso.

Adelson Pereira dos Santos

**Orientador:
Paulo Roberto Ramos Barbosa**

**Professor:
Sérgio Macedo Silva**

Unai
2024

FICHA DE APROVAÇÃO

EFICÁCIA DE INSETICIDAS SINTÉTICOS E BIOLÓGICOS NO CONTROLE DA CIGARRINHA-DO-MILHO

Adelson Pereira dos Santos

**Orientador:
Paulo Roberto Ramos Barbosa**

**Professor:
Sérgio Macedo Silva**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia, como parte dos requisitos
exigidos para a conclusão do curso.

Aprovado em 26/06/2024

Prof. Dr. Sérgio Macedo Silva – UFVJM

Prof. Dr. Alessandro Nicoli - UFVJM

Prof. Dr. Paulo Roberto Ramos Barbosa - UFVJM

SUMÁRIO

RESUMO	05
ABSTRACT.....	06
1. INTRODUÇÃO.....	07
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	09
2.1 Coleta de <i>Dalbulus maidis</i>	09
2.2 Inseticidas	09
2.3 Exposição residual de <i>Dalbulus maidis</i>	10
2.4 Exposição tópica de <i>Dalbulus maidis</i>	11
2.5 Análise estatística.....	12
3. RESULTADOS.....	13
4. DISCUSSÃO	14
5. CONCLUSÃO	17
6. REFERÊNCIAS.....	17

RESUMO

A cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (Delong & Wolcot) (Hemiptera: Cicadellidae), é um inseto de grande importância na cultura do milho, tanto pela sucção de seiva como pela transmissão de patógenos que causam o enfezamento vermelho, enfezamento pálido e o raiado fino, doenças que comprometem significativamente a produtividade da cultura. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito residual e tópico de quatro inseticidas sintéticos e dois à base do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*. Os experimentos foram estabelecidos em delineamento inteiramente casualizado, sendo de exposição residual constituído por sete tratamentos (seis inseticidas mais controle) e 10 repetições, ao passo que o de exposição tópica foi constituído com oito tratamentos (seis inseticidas mais dois controles) e cinco repetições. Em ambos os casos cada repetição foi representada por uma gaiola contendo uma planta de milho e 10 cigarrinhas. Considerando um volume de calda de 200 L ha⁻¹, os inseticidas foram diluídos em solução aquosa do adjuvante Tween[®] a 0,05%, a qual isoladamente serviu como tratamento controle. Independentemente da via de exposição, os inseticidas sintéticos causaram mortalidade superior a 98% durante o intervalo de avaliação, destacando-se os inseticidas Perito[®] e Connect[®] com os melhores resultados. Os inseticidas microbiológicos testados, por sua vez, causaram mortalidade de até 66% das avaliações das cigarrinhas, a depender da formulação e da via de exposição. Nossos resultados demonstraram que tanto os inseticidas sintéticos como os biológicos podem ser úteis no manejo da cigarrinha-do-milho.

PALAVRAS-CHAVES: *Dalbulus maidis*, Controle químico, Toxicologia de inseticidas, Controle microbiano de insetos.

ABSTRACT

The corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (Delong & Wolcot) (Hemiptera: Cicadellidae), is an insect of great importance in corn cultivation, both for sucking sap and for transmitting pathogens that cause red stunting, pale stunting and fine rayed, diseases that significantly compromise crop productivity. The present study aimed to evaluate the residual and topical effect of four synthetic insecticides and two based on the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. The experiments were established in a completely randomized design, with residual exposure consisting of seven treatments (six insecticides plus control) and 10 replications, while the topical exposure consisted of eight treatments (six insecticides plus two controls) and five replications. In both cases, each repetition was represented by a cage containing a corn plant and 10 leafhoppers. Considering a spray volume of 200 L ha⁻¹, the insecticides were diluted in an aqueous solution of 0.05% Tween® adjuvant, which alone served as a control treatment. Regardless of the route of exposure, synthetic insecticides caused mortality rates exceeding 98% during the evaluation interval, with Perito® and Connect® insecticides standing out with the best results. The microbiological insecticides tested, in turn, caused mortality in up to 66% of leafhopper assessments, depending on the formulation and route of exposure. Our results demonstrated that both synthetic and biological insecticides can be useful in managing the corn leafhopper.

KEYWORDS: *Dalbulus maidis*, Chemical control, Insecticide toxicology, Microbial control of insects

1. INTRODUÇÃO

O milho, *Zea mays*, é um dos principais cereais cultivados no mundo, sendo utilizado diretamente na alimentação humana, na formulação de rações, no preparo de silagem e na produção de álcool (Carvalho et al. 2019). No cenário global, os Estados Unidos, a China e o Brasil se destacam como os maiores produtores de milho. No Brasil, a área explorada com esta cultura na safra 2022/2023 foi estimada em 22.269,2 milhões de hectares, atingindo uma produtividade média acima de 5.923 kg de grãos por hectare (Conab, 2024). Nesta mesma safra, o país exportou cerca de 56 milhões de toneladas de milho (Faria et al. 2024). Entretanto, levantamentos recentes indicam quedas de 8,6% na área cultivada e 6,5% na produtividade para a safra 2023/2024 (Conab, 2024). Apesar disso, a produtividade do milho brasileiro segue bastante expressiva graças, dentre outros fatores, às vastas áreas de cultivo aliadas ao elevado nível tecnológico empregado nas lavouras. Em que pese a ampla adoção de tecnologias voltadas a otimizar a produtividade do milho no Brasil, perdas ocasionadas pelo ataque de pragas ainda são bastante comuns.

Atualmente, a cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), tem ganhado relevância como praga chave na cultura do milho no Brasil (Foresti et al. 2022). As ninfas de *D. maidis* são amareladas e passam por cinco instares, enquanto os adultos apresentam coloração amarelada com duas manchas escuras na cabeça e medem cerca de 4mm de comprimento (Pinto et al. 2023). Tanto os imaturos como os insetos adultos são encontrados majoritariamente no cartucho do milho (Xavier et al. 2022). Além de sugarem seiva direto do floema, a cigarrinha-do-milho também transmite os fitopatógenos que incluem o “*Maize bushy stunt phytoplasma* (MBSP)”, o *Spiroplasma kunkelli* Whitcomb e o *Maize rayado fino virus* (MRFV) (Maluta et al. 2023).

O MBSP é o agente etiológico do enfezamento vermelho do milho (Xavier et al. 2023), doença caracterizada pelo avermelhamento das folhas, produção de espigas pequenas, proliferação de espigas, perfilhamento na base da planta e nas axilas foliares, encurtamento dos entrenós, enchimento incompleto de grãos e seca precoce das plantas (Ávila et al. 2021).

Spiroplasma kunkelli, por sua vez, é o agente causal do enfezamento pálido (Foresti et al. 2022), doença caracterizada por estrias esbranquiçadas e irregulares na base das folhas, que se estendem em direção ao ápice. Normalmente as plantas ficam raquíticas devido ao encurtamento dos entrenós, havendo o surgimento de espigas pequenas e sem grãos. Ocasionalmente, pode haver o amarelecimento da planta e o aparecimento de áreas avermelhadas no ápice das folhas (Faria et al. 2022).

O MRFV, é responsável pela virose da risca raiado fino (Xavier et al. 2023), cujos sintomas incluem riscas formadas por numerosos pontos cloróticos coalescentes ao longo das nervuras, que são facilmente observados quando as folhas são colocadas contra a luz (Ávila et al. 2021). Alguns estudos apontam que o efeito combinado da transmissão do patógeno e da sucção da seiva pode reduzir a produtividade do milho em até 100% (Marques et al. 2019, Pozebon et al. 2022).

Como ainda não se tem no mercado cultivares resistentes aos patógenos transmitidos por esta praga, seu manejo tem recaído principalmente na aplicação de inseticidas sintéticos, sendo crescente a lista de produtos registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Agrofit 2024). Atualmente, existem no Brasil 80 produtos comerciais sintéticos registrados para uso contra *D. maidis* na cultura do milho (Agrofit 2024). Destes, 67 são neurotóxicos (majoritariamente neonicotinoides, piretroides e organofosforados); sete são classificados como inseticidas fitoquímicos, principalmente à base de azadiractina; três são reguladores de crescimento, sendo um em mistura com organofosforado; um análogo de pirazol; e os dois restantes são derivados vegetais. Embora se observe na prática a aplicação de fungos entomopatogênicos no manejo da cigarrinha-do-milho, contabilizam-se aproximadamente dez produtos à base de *Beauveria bassiana* registrado no Agrofit com indicação para o controle de *D. maidis* na cultura do milho, um quantitativo ainda pequeno levando-se em consideração a importância da praga para a cultura do milho.

A eficácia dos inseticidas registrados para o controle da cigarrinha-do-milho tem sido insatisfatória quando utilizados isoladamente, além dos desequilíbrios causados nos agroecossistemas devido ao grande número de aplicações de inseticidas de amplo espectro utilizados no período crítico da cultura (Ribeiro et al. 2023). Todavia, se por um lado a ampla diversidade de inseticidas disponíveis no mercado favorece a rotação de moléculas visando o manejo da resistência de *D. maidis* a inseticidas, por outro ela pode dificultar a tomada de decisão do produtor sobre qual inseticida aplicar. Assim, estudos que testem a eficiência de diferentes produtos no controle da cigarrinha-do-milho podem trazer informações que auxiliem os produtores no manejo desta praga.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia *in vitro* de quatro inseticidas sintéticos e dois biológicos no controle de *D. maidis* pelas vias residual e tópica. A exposição residual consistiu na aplicação das soluções dos inseticidas diretamente nas plantas de milho, enquanto a exposição tópica consistiu em aplicar a solução inseticida diretamente sobre os insetos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental Santa Paula – FESP e no Laboratório de Entomologia, ambos pertencentes ao Instituto de Ciências Agrárias – ICA, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus Unaí, MG. Na área de produção vegetal da FESP foi instalado um telado de 1,2 x 1,2 x 2,2 m (largura, altura e comprimento, respectivamente), no interior do qual foram cultivadas plantas de milho, cultivar Refúgio Max 3500 RR2 – Bayer, em copos plásticos de 300 mL preenchidos com uma mistura (1:1) de latossolo vermelho peneirado e composto orgânico comercial (Substrato Mudas & Plantio Orgânico – Biomix[®]) (Fig.1). As plantas foram irrigadas uma vez ao dia até o estágio V3 (12 a 15 dias após a emergência), quando foram utilizadas nos experimentos em laboratório.

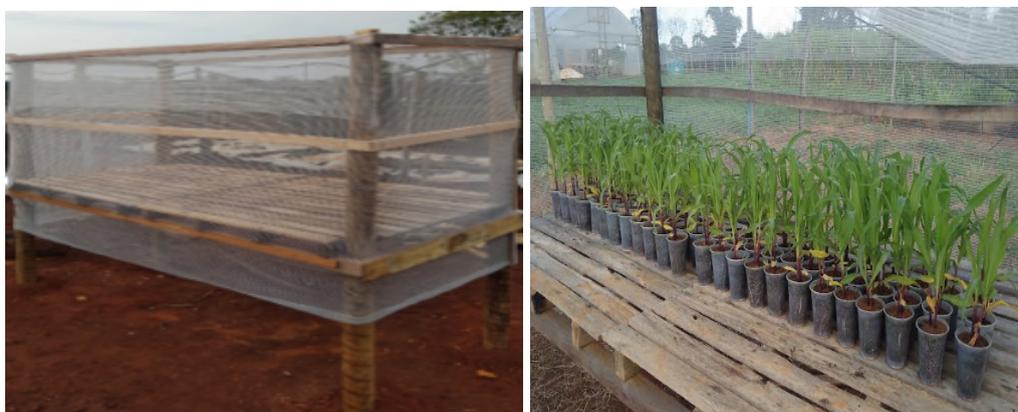


Figura 1. Telado onde as plantas de milho foram cultivadas em copos plásticos.

2.1. Coleta de *Dalbulus maidis*

Durante todo o experimento, espécimes de *D. maidis* foram coletados com rede entomológica em uma área de 840 m² de milho, cultivar Refúgio Max 3500 RR2 – Bayer, cultivado em sistema convencional irrigado na FESP. Imediatamente após a coleta, os insetos foram encaminhados ao Laboratório de Entomologia, onde se procedeu a exposição aos diferentes inseticidas.

2.2. Inseticidas

Os insetos foram expostos ao resíduo seco ou tratados topicamente com calda de seis inseticidas na máxima dose de campo recomendada (nome comercial, concentração de ingrediente ativo [i.a.]): acefato, 1,2 kg ha⁻¹ (Perito[®] 970 SG, 97,0% i.a.); bifentrina + acetamiprido, 0,3 kg ha⁻¹ (Sperto[®] WG, 25,0% + 25,0% i.a.); clorfenapir, 0,75 L ha⁻¹ (Pirate[®] SC, 24,0% i.a.); e imidacloprido + beta-ciflutrina, 1,0 L ha⁻¹ (Connect[®] SC, 10% + 1,25%

i.a.); *Beauveria bassiana*, 1,0 kg ha⁻¹ (Boveril[®] WP PL63, 5,0% i.a.); e *Beauveria bassiana*, 0,5 L ha⁻¹ (FlyControl[®], Simbi BB 15, 4,75% i.a), respectivamente.

Os inseticidas foram diluídos numa solução aquosa do adjuvante TWEEN[®] 80 a 0,05%, considerando um volume de calda para aplicação terrestre de 200 L ha⁻¹. Como controle, utilizou-se apenas a solução aquosa de TWEEN[®] 80. Dos inseticidas sintéticos, três já eram registrados contra *D. maidis* e o inseticida Pirate[®] era registrado para uso contra *S. frugiperda* quando se iniciou a pesquisa. Este foi incluído nos testes pelo fato de *D. maidis* e *S. frugiperda* coexistirem no cartucho do milho, de modo que eventuais aplicações contra a lagarta-do-cartucho indiretamente controle também a cigarrinha-do-milho. Todavia, recentemente o inseticida Pirate[®] também foi acrescentado no registro de produtos indicados para o controle de *D. maidis* (Agrofit 2024).

2.3. Exposição residual de *Dalbulus maidis*

Com auxílio de um borrifador manual (Nobre Goeder Group[®]) com capacidade de 0,5 L, plantas de milho no estágio V3, cultivadas em copos plásticos em telado, foram pulverizadas até o ponto de escorrimento com as diferentes soluções inseticidas ou controle (Fig.2). Decorridas duas horas da aplicação, estas plantas foram encaminhadas ao Laboratório de Entomologia, onde foram acondicionadas em gaiolas adaptadas antes da liberação de *D. maidis* coletadas na FESP.



Figura 2. Pulverização das plantas de milho com as caldas inseticidas.

As gaiolas foram confeccionadas com garrafas PET transparentes de 2 L dotadas de duas aberturas laterais de 3,0 cm de diâmetro, as quais foram cobertas com tela antiáfida para favorecer o arejamento interno e evitar a fuga das cigarrinhas (Fig.3). A base das garrafas foi cortada de modo a se encaixar num sulco de 10,0 cm de diâmetro e 0,5 cm de profundidade em uma placa de isopor de 15,0 x 15,0 cm e 4,0 cm de espessura. No centro desta placa foi

perfurado um orifício cônico de 7,0 cm de diâmetro na parte superior e 6,0 cm de diâmetro na parte inferior, onde se encaixou o copo plástico contendo a planta de milho tratada. A placa de isopor foi apoiada sobre recipiente plástico transparente contendo água suficiente para cobrir pelo menos 1,0 cm do fundo do copo contendo a planta de milho tratada, garantindo assim a turgidez das plantas dentro da área útil (cerca de 27,0 cm de altura) da gaiola. Utilizando um aspirador confeccionado com mangueira transparente e tela antiafídica, 10 cigarrinhas recém coletadas na FESP foram transferidas da rede entomológica para dentro de cada gaiola, as quais foram tampadas logo em seguida.

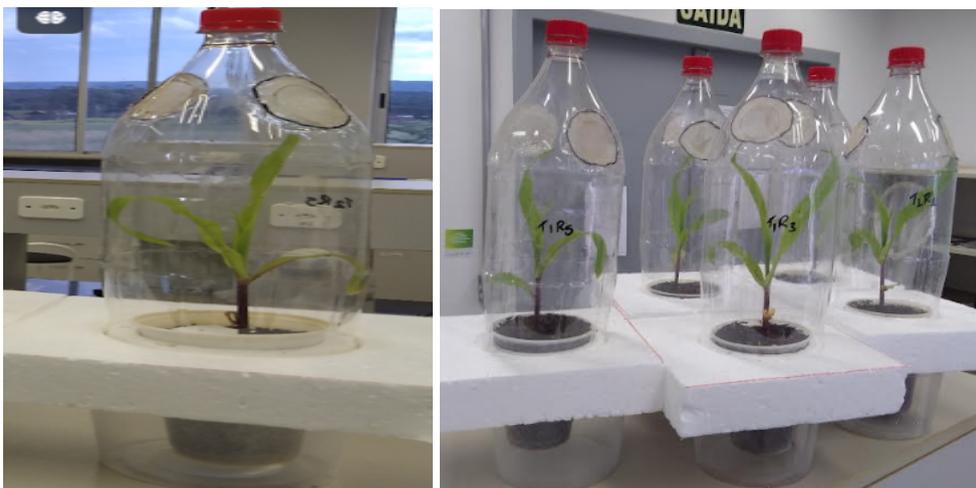


Figura 3. Gaiolas adaptadas para contenção dos insetos.

O experimento foi estabelecido em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos (quatro inseticidas sintéticos, dois inseticidas microbiológicos e controle) e 10 repetições, sendo cada repetição representada por uma gaiola contendo uma planta de milho tratada e 10 cigarrinhas. As gaiolas foram inspecionadas diariamente por três dias consecutivos, registrando-se o número de cigarrinhas vivas e mortas. Considerou-se como mortas todas as cigarrinhas que estavam sobre a base do copo com a planta de milho ou em cima da placa de isopor totalmente imóvel, no qual com um pincel de cerdas macias foram tocadas e as mesmas continuaram sem apresentar nenhuma reação ou movimento.

2.4. Exposição tópica de *Dalbulus maidis*

A partir de pré-testes com diferentes intervalos de refrigeração, determinou-se que os espécimes de *D. maidis* poderiam ser mantidos em freezer por cinco minutos sem que sua sobrevivência fosse afetada significativamente. Nesse tempo de refrigeração, as cigarrinhas demoram cerca de três minutos para retomarem a atividade normal, tempo suficiente para realizar a aplicação tópica dos diferentes tratamentos.

Grupos de 70 cigarrinhas recém coletadas na FESP, contidas em tubos falcon de 50 ml⁻¹, fechado com tecido voil preso por elástico foram refrigeradas por cinco minutos antes de serem transferidas para placas de Petri (90,0 x 15,0 mm) forradas com papel filtro de igual diâmetro. Sobre as cigarrinhas foram aplicados 2,5 ml (duas borrifadas) de cada solução inseticida ou controle. Utilizando pincel de cerdas macias, dez cigarrinhas tratadas foram transferidas para um retângulo de papel filtro (2,0 x 1,5 cm) o qual foi posicionado sobre o isopor no interior das gaiolas contendo uma planta de milho sem qualquer resíduo de inseticida (Fig.4).



Figura 4. Tratamento tópico dos insetos.

Este bioensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos (quatro inseticidas sintéticos, dois inseticidas microbiológicos e dois controles) e cinco repetições, sendo cada repetição representada por uma gaiola contendo uma planta de milho não tratada e 10 cigarrinhas tratadas com as soluções inseticidas ou controle. O tratamento controle adicional se refere a um grupo de cigarrinhas que foi transferido diretamente da rede entomológica para as gaiolas, servindo como um controle absoluto por não receberem aplicação de nenhuma calda nem serem submetidas à refrigeração.

2.5. Análise estatística

A normalidade e homogeneidade dos dados de porcentagem de mortalidade de *D. maidis* foram verificadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Ao atenderem tais requisitos, os dados foram submetidos à análise de variância (PROC ANOVA, SAS Institute 2002), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

3.1. Exposição residual de *Dalbulus maidis*

A mortalidade de *D. maidis* exposta ao resíduo seco de diferentes inseticidas sobre plantas de milho tratadas variou significativamente entre os tratamentos ao longo do tempo. Nas primeiras 24h após a exposição, os inseticidas Perito® e Connect® causaram mortalidade superior a 94% das cigarrinhas, sendo semelhantes entre si e significativamente mais efetivos do que o Sperto® e o Pirate®, os quais não diferiram entre si e causaram mortalidade significativamente maior do que os biológicos Boveril® e FlyControl®, sendo estes semelhantes ao tratamento controle ($F_{6,69} = 144,69$; $P < 0,005$; Fig. 1).

Uma vez que o inseticida Perito® matou 100% das cigarrinhas em 24h, este tratamento foi excluído da análise referente ao intervalo de 48h de exposição, no qual os inseticidas Connect®, Pirate® e Sperto® causaram mortalidade similar e significativamente superior àquela observada nos tratamentos controle e Boveril®, sendo o FlyControl® o menos efetivo ($F_{5,58} = 166,90$; $P < 0,005$; Fig. 1). Tendo em vista que todas as cigarrinhas do tratamento Connect® morreram no intervalo de 48h, este foi excluído da análise realizada após 72h de exposição, quando se constatou que o Sperto® e o Pirate® foram significativamente mais efetivos do que o Boveril®, o qual se mostrou semelhante ao controle, mas superior ao FlyControl® ($F_{4,49} = 75,47$; $P < 0,005$; Fig. 5).

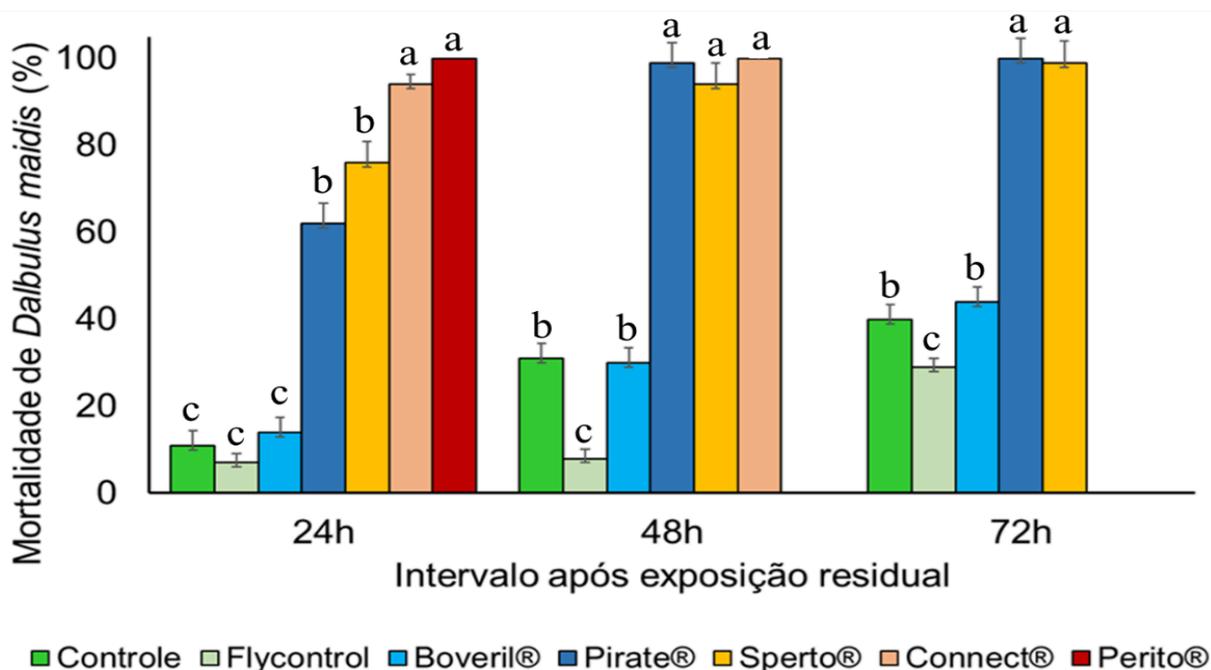


Figura 5. Mortalidade (%) de *Dalbulus maidis* nos intervalos de 24, 48 e 72h após exposição ao resíduo seco de diferentes inseticidas sobre plantas de milho mantidas em gaiolas.

3.2. Exposição tópica de *Dalbulus maidis*

A mortalidade de *D. maidis* tratada topicamente com diferentes inseticidas variou significativamente entre os tratamentos ao longo do tempo. No primeiro intervalo analisado (24h após a exposição), os inseticidas Perito[®], Connect[®] e Sperto[®] mataram 100% das cigarrinhas, ao passo que os biológicos FlyControl[®] e Boveril[®] causaram mortalidade semelhante àquela observada no tratamento controle ($F_{6,34} = 126,37$; $P < 0,005$; Fig. 2).

Os três primeiros tratamentos foram excluídos das análises subsequentes, quando se observou que em 48h o Pirate[®] foi significativamente mais efetivo do que os inseticidas biológicos, os quais não diferiram do controle ($F_{3,19} = 45,54$; $P < 0,005$; Fig.2). Decorridas 72h da exposição, o Pirate[®] se manteve como significativamente mais efetivo do que o FlyControl[®], sendo este mais efetivo do que o Boveril[®] que foi similar ao controle ($F_{3,19} = 52,69$; $P < 0,005$; Fig. 6).

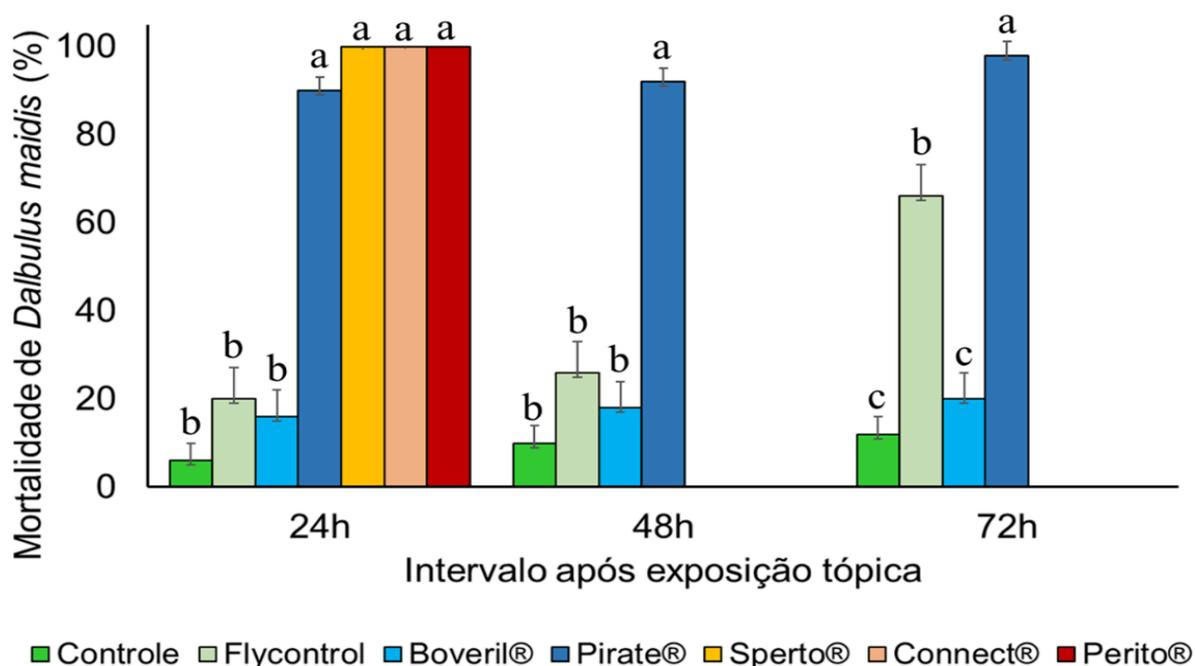


Figura 6. Mortalidade (%) de *Dalbulus maidis* nos intervalos de 24, 48 e 72h após tratamento tópico com diferentes inseticidas.

4. DISCUSSÃO

Independente da via de exposição, os inseticidas Perito[®] e Connect[®] causaram as maiores porcentagens de mortalidade das cigarrinhas. O primeiro pertence ao grupo químico dos organofosforados, ao passo que os ingredientes ativos do segundo envolvem um neonicotinóides e um piretróides. Ao inibirem a acetilcolinesterase, os organofosforados

proporcionam o acúmulo de acetilcolina nas fendas sinápticas, ocasionando a morte do inseto por hiperexcitação (Yu 2015, Rajak et al. 2023).

Os neonicotinóides, por sua vez, se ligam aos receptores nicotínicos da acetilcolina no neurônio pós-sináptico, enquanto os piretróides atuam modulando a abertura dos canais de sódio, o que resulta na liberação exacerbada de acetilcolina na fenda sináptica (Yu 2015, Rajak et al. 2023). Em ambos os casos, os insetos também morrem por hiperexcitação do sistema nervoso. Avaliando a eficácia de alguns inseticidas contra *D. maidis* a nível de campo, Trevisan et al. (2022) observaram que, apesar de não evitar a infecção das plantas pelo complexo dos enfezamentos, os tratamentos envolvendo organofosforados, neonicotinóides e piretróides conseguiram reduzir o número de insetos comparados ao controle. Devido ao efeito de choque desses inseticidas, muitos produtores podem se ver tentados a utilizá-los em aplicações sucessivas, o que pode acelerar o processo de seleção de populações resistentes, como alerta Marshall et al. (2023).

O inseticida Sperto[®] também apresenta um neonicotinóide e um piretróide na sua formulação, enquanto o Pirate[®] pertence ao grupo dos análogos de pirazol. Ambos apresentam ação por contato e ingestão e causaram altas porcentagens de mortalidade das cigarrinhas, sobretudo na exposição tópica onde o efeito de choque nas primeiras 24h eliminou de 90 a 100% dos insetos. Além disso, os neonicotinóides têm ação sistêmica e podem ser utilizados no tratamento de sementes, reduzindo assim as perdas de rendimento do milho devido à infestação/infecção por cigarrinhas do milho/patógenos (Neves et al. 2022). Ressalta-se que a sinergia entre os princípios ativos (neonicotinóides + piretróides) pode proporcionar uma ação mais ampla e eficaz contra a praga e ainda reduzir o risco de resistência das cigarrinhas a essas moléculas.

No tocante ao Pirate[®], seu ingrediente ativo (clorfenapir) interfere na cadeia transportadora de elétrons (atua como desacoplador da fosforilação oxidativa via interrupção do gradiente de prótons), obstruindo a conversão de ADP em ATP e levando a um distúrbio do metabolismo energético que acaba causando a morte do inseto (Yu 2015, Huang et al. 2023). Quando este trabalho foi concebido, este inseticida ainda não era registrado contra a cigarrinha-do-milho, mas já o era contra a lagarta do cartucho, *S. frugiperda* (Agrofit 2024). A razão por incluí-lo à época entre os inseticidas a serem testados se deu pela observação no campo de que ambas as pragas coexistem no cartucho do milho e, conseqüentemente, a aplicação contra uma poderia impactar a população da outra.

Segundo especificações da bula revisada (versão atualizada em 20/05/2024), o inseticida Pirate® apresenta boa ação translaminar e “tem demonstrado eficiência no controle de espécies que apresentam suspeitas de resistência aos principais grupos químicos (fosforados, carbamatos, piretróides e reguladores de crescimento), sendo uma boa opção no manejo integrado de pragas, principalmente nos programas de rotação ou alternância de produtos (Pirate 2024).

Visando diversificar os métodos de controle disponíveis para manejo da cigarrinha-do-milho, alguns estudos têm buscado por inimigos naturais que viabilizem o controle biológico desta praga. Entre os agentes microbiológicos, os fungos, particularmente alguns membros de Ascomycota, parecem candidatos atraentes como agentes de biocontrole de *D. maidis* (Toledo et al. 2011).

No presente estudo, o ascomiceto *Beauveria bassiana* mostrou-se uma alternativa de controle promissora, visto a crescente mortalidade da praga ao longo dos intervalos pós-tratamento avaliados. Vale ressaltar que naturalmente a ação dos microrganismos entomopatogênicos é mais demorada, pois necessitam de um certo tempo para infectar, colonizar e matar efetivamente seu hospedeiro (Maluta et al. 2023). É possível que os resultados mais expressivos do inseticida FlyControl® no tratamento tópico se deva à aplicação direta da formulação líquida no inseto, procedimento que auxilia na quebra de algumas barreiras químicas a nível cuticular, como fenóis, lipídios ou bactérias antagônicas. Coletivamente, esses fatores podem facilitar a ação do conídio na germinação e penetração no interior do inseto praga (Libera et al. 2022). Como bônus, os conídios presentes nos restos mortais dos insetos parasitados, tornam-se uma importante fonte de inóculo dentro da cultura.

Apesar de o experimento ter sido conduzido com a utilização de cada inseticida de modo isolado, a mistura de inseticidas sintéticos com fungos entomopatogênicos poderá melhorar o desempenho dos inseticidas no controle da cigarrinha-do-milho e possibilitar a implementação de um programa de manejo integrado de pragas. Todavia, faz-se a ressalva de que alguns inseticidas sintéticos também podem inibir/reduzir a germinação de conídios, o crescimento vegetativo e a esporulação de fungos entomopatogênicos (Ribeiro et al. 2023). Portanto, antes de fazer o procedimento de mistura de tanque, deve-se verificar se os inseticidas sintéticos apresentam compatibilidade e interação significativa com os microbiológicos.

Embora os inseticidas químicos possam oferecer uma ação mais rápida e eficaz, os inseticidas biológicos são frequentemente considerados mais seguros para o meio ambiente e

para os organismos não alvo. Portanto, é importante ponderar os benefícios e as preocupações associadas ao uso de cada método de controle. Assim, o uso de inseticidas deve ser integrado a outras práticas de manejo, como o uso de rotação de cultura e manejo adequado dos restos culturais, a fim de promover o controle eficaz e sustentável da praga.

5. CONCLUSÃO

Os inseticidas biológicos Boveril® e FlyControl®, apesar de menos eficazes do que os sintéticos, são alternativas atraentes para os produtores que buscam por opções mais sustentáveis e com menor impacto ambiental. Contudo, se o nível de infestação do inseto na lavoura estiver acentuado, os resultados sugerem que os inseticidas Perito® e Connect® são as melhores opções para o controle emergencial da praga. Todavia, ressalta-se a importância da alternância entre químico e biológico para promover um controle eficaz e diminuir o risco de resistência aos inseticidas pelos insetos pragas, bem como cautela na sua utilização para minimizar os impactos negativos sobre a entomofauna benéfica que coexiste na cultura do milho.

6. REFERÊNCIAS

Agrofit, Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/DAS. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 12 jun. 2024.

Alves, A.C.L; Silva, T. I; Batista, J. L and Galvão, J. C.C. Insecticidal activity of essential oils on *Spodoptera frugiperda* and selectivity to *Euborellia annulipes*. Brazilian Journal of Biology, 2024, vol. 84, e260522.
<https://doi.org/10.1590/1519-6984.260522>.

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. Portal Embrapa – edição 182 digital- plantio direto. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-ecnologica/cultivos/milho/producao/pragas-e-doencas/doencas/doencas-causadas-por-molicutes-e-por-virus>. Acesso em 15 de maio de 2021.

Bakry, M. M. S; Abdel-Baky, N. F. Impact of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) infestation on maize growth characteristics and yield loss. Brazilian Journal of Biology, 2023a, vol. 84, e274602.
<https://doi.org/10.1590/1519-6984.274602>

Bakry, M. M. S; Abdel-Baky, N. F. Population density of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and its response to some ecological phenomena in maize crop. Brazilian Journal of Biology, 2023b, vol. 83, e 271354. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.271354>.

Carvalho, A. A; Montenegro, A. A.de A; Assis, F. M. V; Tabosa, J. N; Cavalvanti, R. Q; Almeida, T. A. B. Spatial dependence of attributes of rainfed maize under distinct soil cover conditions. Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.23, n.1, p.33-39, 2019. <https://dx.doi.org/10.1590/1807-1929>.

Conab – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. Brasília, DF, v.11, safra 2023/24, n.6 sexto levantamento, março 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 15 de abril de 2024.

Faria, C.H.F de; Almeida, J.F.F; Pinto, L.R. Simulation approach for sustainable planning of intermodal logistics in the Brazilian grain export industry. Decision Analytics Journal, Volume 10, 2024, 100388. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100388>

Faria, R. D; Fanela, T. L. M; Sartori, M. M. P; Lopes, J. R. S; Lourenção, A. L; Baldin, E. L.L. Evaluation of resistance of *Bt* and non-*Bt* maize genotypes to *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) and associated mollicutes. Phytoparasitica (2022) 50:997–1009. <https://doi.org/10.1007/s12600-022-00999-z>.

Foresti, J; Pereira, R.R; Santana Júnior, P.A; Neves, T. N.C; Silva, P.R; Rosseto, J; Istchuk, A.N; Ishizuka, T; Harter, W; Schwertner, M. H; Picanço, M.C. Spatial-temporal distribution of *Dalbulus maidis* (Hemiptera:Cicadellidae) and factors affecting its abundance in Brazil corn. Pest Manag. Sci-2022, 78: 2196-2203. <https://doi.org/10.1002/ps.6842>.

Garavazo, F; Patroni, B. H; Lopes, A; Balieiro, C. C. Comparativo do Controle Biológico e Químico de *Spodoptera frugiperda* na Cultura do Milho. Rev. Ensaios Pioneiros, 2020.

Huang, P; Yan, X; Yu, B; He, X; Lu, L; Ren, Y. A comprehensive review of the current Knowledge of chlorfenapyr: synthesis, mode of action, resistance, and environmental toxicology. Molecules, 2023, 28, 7673. <https://doi.org/10.3390/molecules28227673>.

Libera, D.S.D; Andrade, J.A.D.C; Barros, F.A.D.D; Rezende, J.L.B; Silva, T.C; Nutes,T.C. Controle biológico da cigarrinha (*Dalbulus maidis*) e da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) do milho com *Beauveria SSP*. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.8, n.5, p. 41727-41738, may., 2022. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n5-587>.

Maluta, N; Castro, T; Lopes, J.R.S. DC-electrical penetration graph waveforms for *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) and effects of entomopathogenic fungi on its probing behavior. Scientific Reports, 2023, vol. 13:22033. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48779-x>

Marques, R.S; Cunha, J.P.A.R; Alves, G.S; Alves, T.C; Silva, S.M; Zandonadi, C.H.S. Control of *Dalbulus maidis* in maize crop with electrostatic spraying. Bioscience Journal. Uberlândia, V.35, n.6, p. 1780-1788, nov/dez.2019.
<http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v35n6a2019-42088>.

Marshall, A. T., et. al. Cultural control methods improve management of disease X vector leafhopper. Crop Protection, vol. 175, January 2024, p. 106445.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106445>.

Neves, TN, Foresti, J., Silva, PR, Alves, E., Rocha, R., Oliveira, C., Picanço, MC e Pereira, EJ. Insecticide seed treatment against corn leafhopper: helping protect grain yield in critical plant growth stages. Pest Manag Sci 2022; 78: 1482–1491.
<https://doi.org/10.1002/ps.6766> .

Oliveira, C.M de; Oliveira, E; Canuto, M; Cruz, I. Controle químico da cigarrinha-do-milho e incidência dos enfezamentos causados por mollicutes. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.42, n.3, p.297-303, mar. 2007.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000300001>.

Oliveira, C; Orozco-Restrepo, S; Alves, A. C. L; Pinto, B.S; Miranda, M. S; Barbosa, M. H. P; Picanço, M. C; Pereira, E. J. G. Seed Treatment for Managing Fall Armyworm as a Defoliator and Cutworm on Maize: Plant Protection, Residuality, and the Insect Life History. Pest Manag Sci 2022; 78: 1240–1250.
<https://doi.org/10.1002/ps.6741>.

Pinto, C.B; Carmo, D. das G. do; Santos, J. L dos; Picanço Filho, M.C; Soares, J. M; Sarmento, R. A; Lima, E; Bacci, L; Picanço, M. C. Sampling Methodology of a Key Pest: Technique and Sampling Unit for Evaluation of Leafhopper *Dalbulus maidis* Populations in Maize Crops. Agriculture 2023, 13, 1391.
<https://doi.org/10.3390/agriculture 13071391>.

Pirate. [Bula]. São Paulo: Basf S.A. Disponível em:
https://download.basf.com/p1/8a8082587fd4b608017fe089fcdd11b1/pt/Bula_-_Pirate%C2%AE_Flyer_portugu%C3%AAs.pdf. Acesso em 18 jun. 2024.

Pozebon, H; Sturmer, G.R; Arnemann, J.A. Corn stunt pathosystem and its leafhopper vector in Brazil. Journal of Economic Entomology., v.115(6), 2022, 1817–1833.
<https://doi.org/10.1093/jee/toac147>.

Rajak, P; Roy, S; Gangulya, A; Mandi, M; Dutta, A; Das, K; Nandaa, S; Ghantya, S; Biswas, G. Agricultural pesticides – friends or foes to biosphere? Journal of Hazardous material advances, vol. 10, maio de 2023, p. 100264.
<https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100264>.

Ribeiro, L.D.P; Amandio, D.T.T; Rakes, M; Belegante, F; Moresco,C; Nesi, C.N; Zanardi, A.M; Grützmacher, A.D; Bernardi, D; Zanardi, O.Z. Insecticides for corn leafhopper management versus entomopathogenic fungal isolates: *In vitro* compatibility, physical-chemical interactions, and on-farm assessments. Crop Protection 174 (2023) 106417.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106417>

Rozatti, A. L., Klein, J. E., de Camargo Mansano, L., & Simonetti, A. P. D. M. M. Efetividade dos métodos de controle de enfezamento causado por cigarrinha. 16ª SEAGRO, 2023.

SAS Institute, 2002. SAS/STAT User's Guide (version 8.02, TS level 2MO). SAS Institute Inc., Cary, NC.

Toledo, A.v; Alipi, A.M; Lenicov, A.M.M de Remes. Growth inhibition of *Beauveria bassiana* bactéria isolated from the cuticular surface of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* and the planthopper, *delphacodes kuscheli*, two importante vectors of maize pathogens. BioOne Complete. Journal of insect Science, vol. 11, art.29, may 2024. <https://doi.org/10.1673/031.011.0129>.

Trevisan Junior, R.A; Gheller. J.A. Eficácia de inseticidas químicos e biológicos no controle da cigarrinha-do-milho. Revista Cultivando o Saber, ed especial, 2022, pág. 31-43.

Xavier, J. M; Tonello, A. P. Tratamento para controle da cigarrinha-do-milho (*Daubulus maidis*): uma revisão da literatura. Journal of Exact Sciences – JES. Vol.39 n.1, pp. 36-41, 2023.

Yu, S.J. The toxicology and biochemistry of the insecticides, second ed. CRC Press, Boca Raton, 2015. 358p.