

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGIA E PRODUÇÃO VEGETAL E ANIMAL

LEONARDO GARCIA BIAZOTTI

**PODER RESIDUAL DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE
MILHO COM NEONICOTINÓIDES PARA CONTROLE DE *Dalbulus
maidis* (DELONG & WOLCOTT)**

ARARAS - SP

2024

LEONARDO GARCIA BIAZOTTI

**PODER RESIDUAL DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO
COM NEONICOTINOIDES PARA CONTROLE DE *Dalbulus maidis*
(DELONG & WOLCOTT)**

Trabalho Final de Graduação apresentado com intuito de obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Neves Marques.

ARARAS - SP

2024

RESUMO

A cultura do milho desempenha um papel fundamental na agricultura brasileira, com uma extensa área de cultivo encontra-se algumas dificuldades, uma delas é o controle de pragas, como a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), vetor de patógenos causadores de doenças que podem comprometer significativamente a produção. Este trabalho teve como objetivo avaliar o poder residual de diferentes inseticidas aplicados no tratamento de sementes de milho para o controle de *D. maidis* em condições de casa de vegetação. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Manejo de Pragas da UFSCar, utilizando plantas de milho da variedade AL Bandeirante tratadas com neonicotinoides. Foram avaliados os ingrediente ativos inseticidas clotianidina, tiametoxam e uma mistura pronta de tiametoxam com lambda-cialotrina. As sementes foram tratadas com os respectivos produtos, semeadas em vasos e, posteriormente, as plantas com 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias de emergência foram infestadas com cigarrinhas adultas para avaliação da mortalidade dos insetos ao longo de quatro dias. Os resultados indicaram que a clotianidina e tiametoxam, tanto isoladamente quanto em combinação com lambda-cialotrina, foram eficazes no controle de *D. maidis* nos primeiros 15 dias após a emergência das plantas, apresentando uma alta taxa de mortalidade dos insetos. No entanto, após 20 dias, observou-se uma diminuição significativa na eficácia dos tratamentos, tornando-se quase nula aos 30 dias. Os resultados demonstram a necessidade de intervenções adicionais ao tratamento de sementes para controlar *D. maidis* na cultura do milho após o período de 15 dias da semeadura.

Keyword: *Zea mays*; Manejo Integrado de Pragas; Inseticida sistêmico

ABSTRACT

RESIDUAL POWER OF MAIZE SEED TREATMENT WITH NEONICOTINOIDS FOR THE CONTROL OF *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT)

Corn crops are extremely important in Brazilian agriculture, with a large cultivation area facing challenges, one of which is pest control, such as the corn leafhopper (*Dalbulus maidis*), a vector of pathogens that can severely impact production. This study aimed to evaluate the residual efficacy of different insecticides applied as seed treatments for the control of *D. maidis* under greenhouse conditions. The experiments were conducted at the Pest Management Laboratory at UFSCar, using maize plants of the AL Bandeirante variety treated with neonicotinoids. The insecticidal active ingredients tested were clothianidin, thiamethoxam, and a ready-made mixture of thiamethoxam with lambda-cyhalothrin. The seeds were treated with the respective products, sown in pots, and later, plants at 5, 10, 15, 20, 25, and 30 days post-emergence were infested with adult leafhoppers to assess insect mortality over four days. The results indicated that clothianidin and thiamethoxam, both alone and in combination with lambda-cyhalothrin, were effective in controlling *D. maidis* during the first 15 days post-emergence, with a high insect mortality rate. However, after 20 days, there was a significant decrease in treatment efficacy, becoming almost null by 30 days. These findings highlight the need for additional interventions beyond seed treatment to control *D. maidis* in maize after 15 days post-sowing.

Keywords: *Zea mays*; Integrated Pest Management; Systemic insecticide

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Rodrigo Neves Marques, cuja orientação e confiança foram fundamentais para a realização deste trabalho final de graduação. A oportunidade de integrar o Laboratório de Manejo de Pragas sob sua supervisão foi extremamente enriquecedora. Seus conselhos foram essenciais para meu desenvolvimento.

Também sou imensamente grato aos membros do Laboratório de Manejo de Pragas, Geovana Arcangeli, Ruana Negrão e João Pedro de Oliveira, por sua colaboração generosa e apoio em todas as fases deste trabalho. Posso dizer que foi uma experiência valiosa, e agradeço pela confiança e disposição que sempre demonstraram.

Finalmente, um agradecimento muito especial à minha família, minha mãe Virginia Garcia Biazotti, meu pai Wagner Biazotti e minha irmã Mariana Garcia Biazotti, pelo apoio incondicional e incentivo constante ao longo da minha trajetória acadêmica. O amor e a motivação de vocês fortaleceram minha determinação nos momentos difíceis, e sou profundamente agradecido por ter uma base tão sólida, que me traz segurança e convicção nas minhas escolhas.

Obrigado!

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVO.....	10
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1 Biologia e comportamento da cigarrinha-do-milho	10
3.2 Enfezamentos	12
3.4 Tratamento de sementes	14
3.3 Neonicotinoides.....	14
4 MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 Poder residual de inseticidas no tratamento de sementes de milho sobre a mortalidade de adultos de <i>D. maidis</i> sadios.....	15
4.1.1 Produção de cigarrinhas e plantas de milho	15
4.1.2 Tratamento de sementes de milho para <i>D. maidis</i>	17
4.2 Avaliações.....	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
7 CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS.....	29

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Adulto de <i>Dalbulus maidis</i> (SCHNEIDER, 2017).	10
Figura 2. Cigarrinha-do-milho realizando postura em folha de milho. Foto: Autor (2024). ..	11
Figura 3. Sintomas de enfezamento pálido em planta de milho (MAPA, 2006).....	12
Figura 4. Sintomas de enfezamento vermelho em planta de milho (MAPA, 2006).....	13
Figura 5. Folha de milho com sintoma de vírus da risca. Foto: SABATO (2018).....	13
Figura 7. Cultivo de milho em vasos em casa de vegetação (UFSCar - CCA). Foto: Autor (2024).	17
Figura 8. Garrafa plástica utilizada como gaiola para confinamento de adultos de <i>Dalbulus maidis</i> . Foto: Autor (2024).	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição de produtos utilizados no tratamento de sementes e dosagem utilizada. 17

Tabela 2: Dados em porcentagem média de controle de cigarrinhas sadias em milho híbrido AL Bandeirante (DI SOLO®) com plantas 5 dias após a emergência. 21

Tabela 3: Dados em porcentagem média de controle de cigarrinhas sadias em milho híbrido AL Bandeirante (DI SOLO®) com plantas após 10 dias após a emergência. 22

Tabela 4: Dados em porcentagem média de controle de cigarrinhas sadias em milho híbrido AL Bandeirante (DI SOLO®) com plantas após 15 dias após a emergência. 22

Tabela 5: Dados em porcentagem média de controle de cigarrinhas sadias em milho híbrido AL Bandeirante (DI SOLO®) com plantas após 20 dias após a emergência. 23

Tabela 6: Dados em porcentagem média de controle de cigarrinhas sadias em milho híbrido AL Bandeirante (DI SOLO®) com plantas após 25 dias após a emergência. 23

Tabela 7: Dados em porcentagem média de controle de cigarrinhas sadias em milho híbrido AL Bandeirante (DI SOLO®) com plantas após 30 dias após a emergência. 24

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) desempenha um papel crucial na economia agrícola do Brasil. O país se destaca como um dos maiores produtores e exportadores globais de milho, com uma área cultivada que se expande continuamente para atender à crescente demanda interna e externa. A estimativa de safra para 2023/2024 é de 297,54 milhões de toneladas do grão no país (CONAB, 2024).

O milho tem uma alta crescente no mercado devido ao seu uso tanto na indústria quanto na alimentação animal, que hoje representa grande parte do consumo do grão produzido, já que no Brasil mais de 70% da produção total destina-se para o alimento principalmente de bovinos e aves (Wander; Cunha, 2022).

Nos últimos anos, *Dalbulus maidis* se destacou por se tornar uma praga chave (Ávila et al., 2021). Tudo isso se deve porque além dos danos diretos que causam ao se alimentarem da seiva do floema das plantas, as cigarrinhas-do-milho desempenham um papel crítico como vetores de patógenos. Elas são responsáveis pela transmissão de mollicutes, como *Spiroplasma kunkelii* e o fitoplasma do milho (Maize bushy stunt phytoplasma), patógenos que causam as doenças conhecidas como enfezamento pálido e enfezamento vermelho, respectivamente. Essas doenças interferem nos processos hormonais das plantas e afetam seu desenvolvimento. Além disso, as cigarrinhas também podem transmitir o vírus da risca (Maize rayado fino virus) (Oliveira et al., 2019). A transmissão desses patógenos ocorre após um período de alimentação, durante o qual as cigarrinhas adquirem e multiplicam os patógenos em seus corpos. Após um período de incubação de 2 a 4 semanas, os insetos tornam-se capazes de infectar outras plantas saudáveis (Sabato, 2017).

O uso de neonicotinoides no tratamento de sementes é uma prática amplamente adotada na agricultura desde os anos 1990 para proteger as plantas contra insetos-praga. Esses inseticidas sistêmicos agem no sistema nervoso dos insetos, causando paralisia e, eventualmente, morte. Quando aplicados diretamente às sementes, os neonicotinoides são absorvidos pela planta em crescimento, conferindo proteção a todas as suas partes, incluindo raízes, caules, folhas, flores e frutos (Belzunces, 2012).

Uma das principais vantagens dessa prática é a proteção contínua que as plantas recebem desde o momento da germinação. Essa proteção inicial é crucial, pois as plantas jovens são particularmente vulneráveis a ataques de pragas que se alimentam das raízes e dos caules. O efeito sistêmico dos neonicotinoides também ajuda a proteger as partes aéreas

das plantas, como folhas e flores, de insetos que se alimentam dessas estruturas (Goulart, 2019).

Na cultura do milho, o tratamento de sementes com neonicotinoides tem se mostrado uma estratégia eficaz para o controle de pragas, contribuindo para a proteção das plantas e, conseqüentemente, para o aumento da produtividade (Kiihl, 2022). No entanto, é importante considerar os impactos dessa prática sobre o meio ambiente e os insetos não-alvo, como polinizadores, que também podem ser afetados pela sistemicidade dos neonicotinoides.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o poder residual dos inseticidas na cultura do milho por meio do tratamento de sementes para controle *D. maidis*.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Biologia e comportamento da cigarrinha-do-milho

A cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), é considerada uma das principais pragas encontradas em cultivos de milho. Este pequeno inseto, ágil e de coloração amarelo-palha com variações em sua tonalidade, apresenta pintas pretas no dorso da cabeça como observamos na Figura 1 e mede entre 3,7 e 4,3 mm (Nault; Triplehorn, 1985).



Figura 1. Adulto de *Dalbulus maidis* (SCHNEIDER, 2017).

As cigarrinhas-do-milho possuem um ciclo de vida hemimetábolo, o que significa que

passam por uma metamorfose incompleta. Seu aparelho bucal sugador labial é utilizado para extrair seiva das plantas. A longevidade das cigarrinhas varia entre os sexos: as fêmeas vivem em média 42 dias, enquanto os machos têm uma expectativa de vida de cerca de 16 dias (Oliveira et al., 2003).

Os ovos são depositados em folhas de milho de forma endofítica como podemos observar na figura 2, as ninfas emergem em um período de até 8 dias, quando as condições ambientais são favoráveis, com temperatura em torno de 23,4° C e umidade relativa de 83% (Marin, 1987). A espécie passa por cinco estágios ninfaís antes da emergência do adulto.



Figura 2. Cigarrinha-do-milho realizando postura em folha de milho. (Autor, 2024).

O comportamento alimentar da cigarrinha-do-milho é particularmente preocupante devido aos danos diretos e indiretos que causa. Ao se alimentar da seiva das plantas, o inseto provoca danos que podem levar à redução no vigor das plantas e, conseqüentemente, na produtividade (Krüger, 2023). No entanto, o maior problema relacionado a essa praga é seu papel como vetor de fitopatógenos, especialmente os causadores dos enfezamentos vermelho e pálido, doenças que podem devastar lavouras (Gassen, 1996). A cigarrinha-do-milho é um vetor eficiente de fitoplasmas e espiroplasmas, micro-organismos que, uma vez introduzidos na planta, interferem na circulação de nutrientes, resultando em sintomas como amarelecimento, nanismo e má formação de espigas (EMBRAPA, 2020; Feldmann et al., 2023).

3.2 Enfezamentos

Os mollicutes do milho, também conhecidos como enfezamentos, são patógenos que afetam a cultura do milho em diversas regiões do mundo. Eles são transmitidos pela cigarrinha do milho, *D. maidis*, inseto amplamente distribuído nas Américas. Esses mollicutes invadem os tecidos do floema da planta de milho, onde se multiplicam e afetam seu desenvolvimento normal (EMBRAPA, 2023).

Existem três doenças principais do milho transmitidas pela cigarrinha: enfezamento pálido, enfezamento vermelho e risca do milho (ou raiado fino). O enfezamento pálido é causado pelo *Spiroplasma kunkelii* Whitcomb, uma bactéria da classe Mollicutes (Marques et al., 2012). Essa doença provoca um amarelecimento progressivo das folhas, redução no desenvolvimento e na produtividade das plantas de milho afetadas (Tsai; Falk, 1993).



Figura 3. Sintomas de enfezamento pálido em planta de milho (MAPA, 2006).

Já o enfezamento vermelho, é causado por outra bactéria da classe Mollicutes conhecida como fitoplasma (Maize bushy stunt phytoplasma). Essa doença provoca um avermelhamento das folhas do milho infectado, além de deformações nas espigas e redução no tamanho dos grãos. O enfezamento vermelho pode levar à perda completa da colheita em casos graves (Santos., 2024).



Figura 4. Sintomas de enfezamento vermelho em planta de milho (MAPA, 2006).

O vírus risca do milho, por sua vez, é causado pelo Maize rayado fino virus (MRFV). Essa doença causa um risco fino paralelo às nervuras sendo ela de tonalidade amarela nas folhas do milho, interferindo na fotossíntese e consequentemente na produtividade da cultura (Waquil, 1999).



Figura 5. Folha de milho com sintoma de vírus da risca. (Sabato, 2018).

Essas doenças do milho que ocorrem devido aos patógenos transportados pela cigarrinha-do-milho representam um grande desafio para os agricultores, pois podem levar a perdas significativas na produção e na qualidade dos grãos. Além disso, a presença desses patógenos também pode facilitar a entrada de outros agentes de doenças, como vírus, que podem agravar ainda mais os danos causados às plantas de milho.

3.4 Tratamento de sementes

O tratamento de sementes com inseticidas, como os neonicotinoides, envolve a aplicação de produtos químicos diretamente nas sementes antes do plantio. Esse método oferece proteção às plantas nas fases iniciais de desenvolvimento, quando são mais vulneráveis aos ataques de pragas (Ludwig et al. 2011). A principal vantagem do tratamento de sementes é a redução da necessidade de pulverizações posteriores. O tratamento de sementes pode ser feito de forma industrial (TSI) ou diretamente no campo (TS *On Farm*), desde que haja um conhecimento adequado sobre a compatibilidade dos produtos utilizados na mistura, o uso correto dos equipamentos e EPI's, além de ser necessário o acompanhamento de um profissional especializado (Machado et al., 2006).

Comparado a outras formas de aplicação de inseticidas, como a pulverização foliar, o tratamento de sementes é mais eficiente em termos de uso de produto e tem menor probabilidade de causar deriva, o que reduz a contaminação ambiental. No entanto, também há desafios associados a essa prática. A eficiência do tratamento pode variar dependendo da qualidade da aplicação e das condições do solo e do clima. De acordo com Castro (2005) em solos com condições aeróbicas o tiametoxam, um dos ingredientes ativos mais utilizados dos neonicotinoides, apresenta alta persistência, já em condições anaeróbicas ele é moderadamente persistente. Para o controle da cigarrinha variações não são interessantes, pois na falta de um controle rápido pode ocorrer a transmissão da doença (Ruegger, 2019).

3.3 Neonicotinoides

Os neonicotinoides são uma classe de inseticidas desenvolvida na década de 1980, com o primeiro produto comercializado, o imidaclopride, lançado no mercado na década de 1990. Esses compostos agem como agonistas nos receptores nicotínicos da acetilcolina no sistema nervoso dos insetos, causando uma estimulação excessiva e morte do inseto (Tooker & Pearsons, 2021). Os neonicotinoides são amplamente utilizados na agricultura devido à sua eficácia no controle de uma vasta gama de insetos pragas e à sua sistemicidade, o que permite que sejam aplicados de diversas maneiras, como pulverização, tratamento de sementes e aplicação ao solo em “drench”, muito comum na fruticultura (Lima, 2024).

Os prós dos neonicotinoides incluem sua alta eficiência no controle de pragas, sua capacidade de proteger as plantas por um longo período devido à sua natureza sistêmica. No entanto, os contras são significativos e têm gerado preocupações globais (Ferreira, 2024). Um dos principais problemas é o impacto negativo sobre insetos não-alvo, como abelhas e outros polinizadores, cujas populações têm diminuído drasticamente em algumas regiões devido ao

uso extensivo desses compostos.

Segundo Tomizawa & Casida (2005) os neonicotinoides apresentam baixa toxicidade para mamíferos, aves e peixes devido à sua baixa afinidade pelos receptores nicotínicos dos vertebrados, em comparação aos receptores nicotínicos dos insetos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação e no Laboratório de Manejo de Pragas, localizado no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFSCar, campus Araras-SP.

4.1 Poder residual de inseticidas no tratamento de sementes de milho sobre a mortalidade de adultos de *D. maidis* sadios

4.1.1 Produção de cigarrinhas e plantas de milho

Foram utilizados insetos de colônias previamente estabelecidas no laboratório de pesquisa. As cigarrinhas foram mantidas em plantas de milho dentro de gaiolas entomológicas do modelo observado na Figura 6 (Dimensões: 45cm x 45cm x 55cm), adaptando-se à metodologia descrita por Oliveira et al. (2017). Essas gaiolas foram mantidas no laboratório, em condições controladas para garantir o desenvolvimento adequado dos insetos.



Figura 6. Gaiolas de criação de *D. maidis* no Laboratório de Manejo de Pragas (UFSCar - CCA) (Autor, 2024).

Para a produção de plantas saudáveis destinadas à criação de cigarrinhas, foram semeadas semanalmente em vasos de 415 mL, duas sementes da variedade AL Bandeirante (DI SOLO®) por vaso, contendo substrato comercial Lupatec®, enriquecido com fertilizante NPK na formulação 10-10-10 (Souza, 2023). As plantas foram cultivadas em uma casa de vegetação (Figura 7), em condições favoráveis ao seu desenvolvimento, protegidas por tela antiafídica e livres de insetos vetores. Quando atingiram os estágios fenológicos V3 e V4, as plantas foram transferidas para a manutenção da colônia de cigarrinhas.



Figura 7. Cultivo de milho em vasos em casa de vegetação (UFSCar - CCA) (Autor, 2024).

Para a reprodução da colônia, aproximadamente 250 adultos foram mantidos em 8 vasos com plantas de milho no estágio V3-V4, permanecendo de 3 a 4 dias para a postura de ovos. Posteriormente, as plantas foram removidas e transferidas para uma nova gaiola, permitindo a eclosão das ninfas. Novas plantas foram introduzidas na gaiola contendo os adultos para fins de multiplicação e crescimento da colônia.

Após a transferência das plantas que passaram por postura para uma nova gaiola, estas foram mantidas por 8 dias para permitir a eclosão das ninfas. Para alimentar as ninfas até que se tornem adultas, as plantas de milho que secaram foram substituídas por plantas novas, assegurando seu desenvolvimento até a fase adulta, quando iniciaram a postura.

4.1.2 Tratamento de sementes de milho para *D. maidis*

Para o tratamento das sementes, foram utilizados inseticidas específicos para o controle de *D. maidis* em milho. O experimento consistiu de 4 tratamentos, a saber:

Tabela 1: Descrição de produtos utilizados no tratamento de sementes e dosagem utilizada.

Tratamento	Produto comercial	Ingrediente ativo (concentração de i.a.)	Dose aplicada
i	-	testemunha (sem tratamento de sementes)	-
ii	Inside FS	clotianidina (600g/L)	400 mL de p.c./ 100 kg de semente
iii	Cruiser 600	tiametoxam (600g/L)	230 mL de p.c./ 100 kg de semente
iv	Cruiser OPTI	tiametoxam (210g/L) + lambda-cialotrina (37,5g/L)	850 mL de calda/ 100 kg de semente

Fonte: Elaborado pelo autor.

As sementes da variedade AL Bandeirante (DI SOLO®) foram separadas em lotes e tratadas manualmente em frascos plásticos apropriados com os inseticidas mencionados. Os inseticidas foram aplicados nas sementes de acordo com as recomendações de cada produto, conforme descrito nas bulas. Os frascos foram agitados vigorosamente para garantir a cobertura uniforme de todas as sementes. Após o tratamento, as sementes foram mantidas sob sombra para a secagem do produto por uma hora antes da semeadura, assegurando a fixação adequada dos inseticidas.

Subsequentemente, duas sementes tratadas foram semeadas em cada vaso contendo substrato enriquecido com fertilizante de liberação lenta (10-10-10). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 3 tratamentos de sementes com inseticidas, uma testemunha sem inseticida e cinco repetições. Cada repetição consistiu em um vaso contendo uma planta de milho, cultivada em substrato, foram realizadas cinco repetições para cada tratamento, esse processo foi repetido para obter planta de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias após a emergência das plantas.

As gaiolas do experimento foram construídas utilizando garrafas plásticas transparentes de 2 litros, com o fundo removido para encaixar o vaso (Figura 8). As partes laterais e superiores das garrafas foram cobertas com "voil" para permitir ventilação adequada, seguindo a metodologia descrita por Oliveira e Lopes (2004). Cada gaiola foi infestada com cinco adultos de *D. maidis*, com aproximadamente 4 dias após a conclusão do quinto instar, os quais foram colocados para se alimentar de uma planta com a primeira folha verdadeira já formada. As cigarrinhas foram mantidas em confinamento por 6 dias.

Figura 8. Garrafa plástica utilizada como gaiola para confinamento de adultos de *Dalbulus maidis*. Foto: Autor (2024).



A mortalidade das cigarrinhas ao longo dos seis dias foi contabilizada em todas as repetições. Posteriormente, os resultados do experimento foram comparados e analisados.

A mesma metodologia foi utilizada para avaliar a mortalidade dos insetos. Para cada tratamento, um vaso com uma semente foi utilizado, com cinco repetições para plantas com 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias após a emergência, totalizando 120 unidades experimentais em um delineamento inteiramente casualizados.

4.2 Avaliações

As avaliações de mortalidade de *D. maidis*, foram realizadas por meio da contagem dos insetos mortos ao longo de 4 dias, com plantas de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias após a emergência. Cada infestação consistiu em um lote de cinco insetos, que foram observados após 4, 12 horas e ao quarto dia de confinamento. Foram considerados mortos os insetos que não apresentaram mais movimentos de pernas e asas. Posteriormente foi feita a média das repetições de cada produto em cada horário, os dados de mortalidade foram corrigidos com a fórmula de correção de Abbott (1925), onde $Ma = (Mt - Mc)/(100 - Mc) \times 100$, em que Ma = mortalidade corrigida em função do tratamento testemunha; Mt = mortalidade observada no tratamento com o inseticida e Mc = mortalidade observada no tratamento testemunha.

Para avaliar o período em que o inseticida ofereceu proteção à planta (poder residual), foi analisado até qual dia após a emergência o produto controlou as cigarrinhas. Também foi realizada análise de variância (ANOVA) fatorial, os tratamentos foram considerados como fatores (inseticidas utilizados no controle de *D. maidis*). Foi realizada análise para os dados de mortalidade obtidos em todos os horários separadamente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados de controle de cigarrinhas sadias em milho híbrido AL Bandeirante tratados com diferentes inseticidas revelou variações significativas na eficácia dos produtos ao longo do tempo e nas diferentes concentrações e combinações testadas.

A Tabela 2 mostra que, após 24 horas, todos os tratamentos com inseticidas (clotianidina, tiametoxam, e a combinação de tiametoxam + lambda-cialotrina) apresentaram um controle eficaz da cigarrinha, com valores acima de 84%, destacando-se o tratamento com Tiametoxam 600g/L que atingiu 100% de controle aos 4 dias de confinamento. A testemunha, como esperado, não mostrou mortalidade significativa ao longo do tempo.

Tabela 2: Dados em porcentagem média de controle de cigarrinhas sadias em milho híbrido AL Bandeirante (DI SOLO®) com plantas 5 dias após a emergência.

	Testemunha	Clotianidina 600g/L	Tiametoxam 600g/L	Tiametoxam 210g/L+ lambda- cialotrina (37,5g/L)
24h	0 b*	96 a	84 a	92 a
48h	0 b*	96 a	84 a	92 a
72h	0 b*	96 a	96 a	92 a
96h**	4 b*	96 a	100 a	92 a

** Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott

* Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Podemos dizer que o produto já se apresentou eficaz no controle sem muitas variações e o tiametoxam 600g/L que se apresentava abaixo dos outros produtos alcançando e ultrapassando após 72 horas de confinamento.

Na Tabela 3, observamos uma crescente eficácia dos tratamentos. Após 72 horas, os valores indicam um controle considerável, especialmente para o Tiametoxam 600g/L, que mantém alta eficácia de controle (92%) após 4 dias. A testemunha continua sem eficácia, como era de se esperar.

Tabela 3: Dados em porcentagem média de controle de cigarrinhas sadias em milho híbrido AL Bandeirante (DI SOLO®) com plantas após 10 dias após a emergência.

	Testemunha	Clotianidina 600g/L	Tiametoxam 600g/L	Tiametoxam 210g/L+ lambda- cialotrina (37,5g/L)
24h	0 b*	48 a	52 a	44 a
48h	0 b*	60 a	68 a	60 a
72h	0 b*	76 a	92 a	84 a
96h	0 b*	88 a	92 a	88 a

* Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com 10 dias após a emergência apresenta certamente uma eficiência reduzida em comparação com 5 dias até 48 horas após o confinamento, mas resultados bem próximos após 72 horas de confinamento.

Os dados da Tabela 4 revelam uma diminuição gradual na eficácia dos tratamentos dos 5 aos 15 dias após a emergência. Mesmo assim, após 4 dias da aplicação, tanto o Tiametoxam 210g/L + Lambda-cialotrina (37,5g/L) quanto a Clotianidina 600g/L mantêm-se eficazes com controle acima de 80%.

Tabela 4: Dados em porcentagem média de controle de cigarrinhas sadias em milho híbrido AL Bandeirante (DI SOLO®) com plantas após 15 dias após a emergência.

	Testemunha	Clotianidina 600g/L	Tiametoxam 600g/L	Tiametoxam 210g/L+ lambda- cialotrina (37,5g/L)
24h	0 b*	40 a	52 a	52 a
48h	0 c	68 ab	56 b	72 a
72h	0 b*	80 a	80 a	72 a
96h	0 b*	84 a	80 a	88 a

* Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor.

A eficácia dos tratamentos diminuiu significativamente após 20 dias, conforme apresentado na Tabela 5. Observou-se que o tratamento com Clotianidina 600g/L e Tiametoxam 210g/L + Lambda-cialotrina (37,5g/L) apresentaram controle moderado (32% e 48%,

respectivamente) aos 4 dias. A testemunha continuou a apresentar 0% de controle.

Tabela 5: Dados em porcentagem média de controle de cigarrinhas sadias em milho híbrido AL Bandeirante (DI SOLO®) com plantas após 20 dias após a emergência.

	Testemunha	Clotianidina 600g/L	Tiametoxam 600g/L	Tiametoxam 210g/L+ lambda- cialotrina (37,5g/L)
24h	0 b*	28 a	24 a	20 a
48h	0 b*	28 a	24 a	20 a
72h	0 b*	32 a	24 a	36 a
96h	0 c	32 ab	24 b	48 a

* Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela apresenta o resultado positivo destacado do Tiametoxam 210g/L + Lambda-cialotrina (37,5g/L) no controle final que se destaca após as 72 horas de confinamento.

Na Tabela 6, a eficácia dos tratamentos é bastante reduzida, com todos os inseticidas apresentando um controle igual ou inferior a 16% aos 4 dias de confinamento, indicando uma perda significativa de eficácia ao longo do tempo. A combinação de Tiametoxam 210g/L + Lambda-cialotrina 37,5g/L e Tiametoxam 600g/L mostrou uma pequena superioridade em relação a Clotianidina 600g/L.

Tabela 6: Dados em porcentagem média de controle de cigarrinhas sadias em milho híbrido AL Bandeirante (DI SOLO®) com plantas após 25 dias após a emergência.

	Testemunha	Clotianidina 600g/L	Tiametoxam 600g/L	Tiametoxam 210g/L+ lambda- cialotrina (37,5g/L)
24h	0 a*	4 a	12 a	8 a
48h	0 a*	4 a	12 a	8 a
72h	0 a*	4 a	12 a	12 a
96h	0 b	4 b	16 a	16 a

* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Aos 25 dias após emergência, foi observada baixa eficiência de controle para todos os tratamentos. não ultrapassando 16% de eficiência.

Na Tabela 7, a eficácia dos tratamentos apresenta um valor insignificante, quase nulo em todos tratamentos sem apresentar diferença significativa quando comparado à testemunha. Sendo assim, a planta não apresenta proteção contra *D. maidis* durante esse período.

Tabela 7: Dados em porcentagem média de controle de cigarrinhas sadias em milho híbrido AL Bandeirante (DI SOLO®) com plantas após 30 dias após a emergência.

	Testemunha	Clotianidina 600g/L	Tiametoxam 600g/L	Tiametoxam 210g/L+ lambda- cialotrina (37,5g/L)
24h	0 a*	0 a	4 a	0 a
48h	0 a*	0 a	4 a	0 a
72h	0 a*	0 a	4 a	0 a
96h	0 a*	0 a	4 a	0 a

* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os inseticidas testados apresentaram resultados eficazes no controle da cigarrinha em estágios iniciais de desenvolvimento da planta, especialmente até 15 dias após a emergência com resultados de 80% ou mais de controle. Contudo, a eficácia dos tratamentos diminuiu significativamente após 20 dias, o que ressalta a necessidade de intervenções adicionais para manter o controle ao longo do ciclo da cultura. O Tiametoxam, tanto isoladamente quanto em combinação com Lambda-cialotrina, mostrou-se consistentemente eficaz, embora todos os tratamentos eventualmente percam eficácia com o tempo chegando aos 30 dias após a emergência com resultados quase nulos.

Experimentos realizados por Fiorin (2011) e Fernandes (2021) apresentam que ao aplicar a mistura de ingredientes ativos lambda-cialotrina e tiametoxam para o controle de percevejos na soja, foi observado um efeito residual inconstante e diminutivo com o passar dos dias em função da aplicação. Mas para *D. maidis* essa mistura se mostra diferente, apresentando resultados muito parecidos com os outros tratamentos e superior nos 20 dias após a emergência.

Assim como Castro (2021) obteve que Lambda-cialotrina + Tiametoxam são um dos mais eficientes produtos para o controle de ninfas e adultos de *Euschistus heros* por

apresentarem menor tempo letal e maior período residual, para *D. maidis* o produto com a mesma combinação apresentou resultados excelentes.

Experimento realizado por Albuquerque (2006) demonstrou que quando utilizado tratamento de sementes com tiametoxam para controle da cigarrinha do milho, este apresenta eficiência de controle acima de 80% até os 17 dias após emergência, muito parecido com os resultados obtidos no presente estudo.

Oliveira et al. (2007) demonstrou eficiência de controle de 71% aos 23 dias após a emergência do milho com tiametoxam no controle de cigarrinha do milho, que se difere muito dos resultados obtidos, pois aos 20 dias após a emergência não foi observado controle superior a 48% nos tratamentos com participação do ingrediente ativo tiametoxam.

Ding et al. (2018) obteve resultados nos quais a aplicação de clotianidina em tratamento de sementes propiciou o controle significativo para tripes, evitando perdas na produção na cultura do milho. O experimento de tratamento de sementes com clotianidina no controle de adultos de *D. maidis* sadios, mostram uma maior proteção às plantas de milho em comparação com tiametoxam e clorantraniliprole em estudo realizado por Silveira (2019), esse fator pode explicar os resultados obtidos com clotianidina no presente estudo mas diferencia-se por ser superior ao tiametoxam.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos possuem relevância prática, principalmente no campo da entomologia e controle de pragas. A descoberta de que os inseticidas testados são eficazes até os 15 dias após a emergência das plantas reforça a necessidade de monitoramento constante e de estratégias adicionais de controle principalmente por se tratar de um inseto vetor de patógenos. No contexto do manejo integrado de pragas (MIP), os dados deste estudo podem auxiliar na escolha de produtos e no planejamento de intervenções para minimizar os danos causados por *D. maidis*, buscando a otimização para produção de milho.

Novos enfoques podem ser adotados em pesquisas futuras para aprofundar o tema. Seria interessante primeiramente investigar os resultados em períodos inferiores a diferença de 5 dias utilizado no estudo, investigar o impacto dos inseticidas em condições de campo, bem como testar combinações de neonicotinoides com outros métodos de controle, como controle biológico ou químico por pulverização e uso de variedades de milho mais resistentes. Além disso, estudos que examinem a influência de fatores ambientais e climáticos sobre a eficácia dos inseticidas podem oferecer uma visão mais abrangente e aplicável ao controle de pragas no campo.

Este estudo tem o potencial de contribuir para a sustentabilidade no manejo de pragas agrícolas. A utilização adequada de inseticidas, em conjunto com outras estratégias de controle, pode reduzir o impacto ambiental causado pelo uso excessivo de químicos e, ao mesmo tempo, garantir a produção de milho em larga escala, essencial para a economia agrícola do Brasil. Adicionalmente, o uso racional de inseticidas pode ajudar a mitigar os efeitos adversos sobre organismos não-alvo, contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis.

7 CONCLUSÃO

O tratamento de sementes de milho com neonicotinoides é eficaz no controle de *D. maidis* até 15 dias após a emergência das plantas.

Para todos os produtos testados, não foi observado efeito de controle aos 30 dias após emergência de plântulas.

8 REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. **A method of computing the effectiveness of an insecticide.** Journal of Economic Entomology, v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.

ALBUQUERQUE, F. A. de; BORGES, L. M.; IÁCONO, T. O.; CRUBELATI, N. C. S.; SINGER, A. C. **Avaliação da eficiência de inseticidas no controle de percevejo e cigarrinha em milho.** 2006. Artigo em hipertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/eficiencia/index.htm. Acesso em: 02 ago. 2024.

ÁVILA, C. J.; KUNZ, L. L.; SILVA, C. F.; MELO, I. M. **A cigarrinha Dalbulus maidis e os enfezamentos do milho no Brasil.** Revista Plantio Direto, p. 18-25, 2021.

BELZUNCES, L. P.; TRESSE, C.; MARLIAC, G.; HARTEMANN, C. **Neonicotinoides, bee disorders and the sustainability of pollinator services.** Current Opinion in Environmental Sustainability, v. 4, n. 3, p. 293-305, 2012.

CASTRO, L. A.; FERREIRA, M. C.; GARCIA, R. J.; SILVEIRA, C. A. **Tempo letal e período residual de inseticidas em ninfas e adultos do percevejo marrom da soja (Euschistus heros) (Fabricius, 1794) (Heteroptera: Pentatomidae).** Revista de Entomologia Agrícola, [S.l.], v. 23, n. 2, p. 45-55, maio 2021. Disponível em: <https://orcid.org/0000-0002-0324-6140>. Acesso em: 01 set. 2024.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileiro – levantamento de grãos 2024.** Brasília, 2024.

EMBRAPA. **Cigarrinhas e enfezamentos no milho: manejo do risco e convivência.** 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1344498/2767891/cigarrinha-do-milho-vetor-de-molicutes-e-virus.pdf/17d847e1-e4f1-4000-9d4f-7b7a0c720fd0>. Acesso em: 09 ago. 2024.

EMBRAPA. **Cigarrinha do Milho: vetor de molicutes e vírus.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1344498/2767891/cigarrinha-do-milho-vetor-de-molicutes-e-virus.pdf/17d847e1-e4f1-4000-9d4f-7b7a0c720fd0>. Acesso em: 01 ago. 2024.

FELDMANN, N. A.; SILVA, F. T.; MATOS, R. M.; DIAS, S. A.; GOMES, D. R. **Manejo da cigarrinha-do-milho Dalbulus maidis.** Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio, v.

2, p. 144-168, 2023.

FERREIRA, Patricia Garcia; HÜTHER, Cristina Mol; CARVALHO, Alcione Silva de; FOREZI, Luana da Silva Magalhães; SILVA, Fernando de Carvalho da; FERREIRA, Vitor Francisco. **Nicotina e a origem dos neonicotinoides: problemas ou soluções?** *Revista Virtual de Química*, v. 14, n. 1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20220079>. Disponível em: <https://rvq.s bq.org.br/imagebank/pdf/v14n1a16.pdf>. Acesso em: 13 set. 2024.

FERNANDES, V. S. **Controle de ninfas e adultos de Euschistus heros na cultura da soja através de aplicações de moléculas de inseticidas isoladas e em misturas.** *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, v. 7, n. 6, p. 54523-54541, jun. 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n6-040.

FIORIN, R. A.; MAURO, D.; SILVA, L. R. **Métodos de aplicação e inseticidas no controle de perceijos na cultura da soja.** *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 1, p. 139-145, 2011.

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho.** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134 p.

GOULART, R. M.; BARBOSA, C. A.; MARTINS, L. A.; FURTADO, V. **Uso de neonicotinoides no tratamento de sementes de milho e suas implicações na eficiência de controle e risco para organismos não-alvo.** *Ciência Rural*, v. 49, n. 11, 2019.

KIIHL, Sandra Maria Peres; TOMAZ, Camila de Aquino; LANZA, Nathalia; RUCHEL, Queli; BRAVO, Juliana Pereira. **Desenvolvimento fisiológico de plântulas de milho tratadas com Clotianidina e Clorantraniliprole.** *Saber Científico*, Rio Verde, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.2930/v10n1>. Acesso em: 13 set. 2024.

KRÜGER, André Ricardo; MASIERO, Fabrício Campos; CELANTE, Djeimes Luiz Sadowski; ARAÚJO, João Célio de; VEIGA, Ricardo Kozoroski. **Avaliação de perdas na colheita mecanizada na região do Alto Vale do Itajaí - SC.** Instituto Federal Catarinense, publicado em 4 set. 2023. Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/fetec/article/view/4036>. Acesso em: 18 set. 2024.

LIMA, Paulo Francisco Felipe de. Ocorrência de ovos e ninfas de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em laranjeiras doces em função do intervalo entre aplicações de inseticidas, da rotação de produtos com diferentes modos de ação e da população externa de psilídeos. 2024. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Fundo de Defesa da Citricultura, Araraquara, 2024.

LUDWIG, M. P.; RESENDE, A. D.; SIQUEIRA, R. F.; GONÇALVES, G. R. **Qualidade de Sementes de Soja Armazenadas após Recobrimento com Aminoácido, Polímero, Fungicida e Inseticida**. Revista Brasileira de Sementes, v. 33, p. 395-406, 2011.

MACHADO, J. da C.; SILVA, C. A.; COSTA, R. C. **Tratamento de sementes no controle de fitopatógenos e pragas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 76-87, maio/jun. 2006.

MARIN, R. **Biología y comportamiento de Dalbulus maidis (Homoptera: Cicadellidae)**. Rev. Per. Entomol., v. 30, p. 113-117, 1987.

MARQUES, W. L. G.; RODRIGUES, M. J.; VILAR, A. **Mollicutes diseases of maize transmitted by corn leafhopper (Dalbulus maidis): a Review**. Plant Pathol. J., v. 11, n. 1, p. 1-18, 2012.

NAULT, L. R.; DELONG, D. M. **Evidence for Co-evolution of Leafhoppers in the Genus Dalbulus (Cicadellidae: Homoptera) with Maize and Its Ancestors**. The Entomological Society of America, v. 73, n. 4, p. 349-353, 1980.

NAULT, L. R.; DELONG, D. M.; TRIPLEHORN, B. W.; STYLER, W. E. **More on the association of Dalbulus (Homoptera-Cicadellidae) with Mexican Tripsacum (Poaceae), including the description of two new species of leafhoppers**. Annals of the Entomological Society of America, v. 76, p. 305-309, 1983.

OLIVEIRA, A. C. de; RESENDE, R. O.; CRUZ, I.; SOUSA, M. A. **Aspectos da biologia da cigarrinha-do-milho, Dalbulus maidis (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae)**. Revista Brasileira de Entomologia, v. 61, n. 2, p. 94-102, 2017.

OLIVEIRA, C. M. de; OLIVEIRA, E. de; CANUTO, M.; CRUZ, I. **Controle químico da cigarrinha-do-milho e incidência dos enfezamentos causados por mollicutes**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 3, p. 297-303, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000300001>. Acesso em: 02 ago. 2024.

OLIVEIRA, E. de; RESENDE, R. O.; GIMENÉZ-PECCI, M. P.; LAGUNA, I. G.; HERRERA, P.; CRUZ, I. **Incidência de viroses e enfezamentos e estimativa de perdas causadas por mollicutes em milho no Paraná**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 38, p. 19-25, 2003.

OLIVEIRA, F. F. D. **Sobrevivência do fitoplasma do enfezamento vermelho do milho e de seu vetor *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) em algumas espécies forrageiras.** 2019. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

RUEGGER, D. G. **Efeito de inseticidas sobre duas populações da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae).** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

SABATO, E. de O. **Enfezamentos e viroses no milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA,** 2017, Cuiabá. Construindo sistemas de produção sustentáveis e rentáveis: livro de palestras. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, cap. 7, p. 196-219, 2017.

SANTOS, Sadraque de Sousa dos. **Alternativas para o controle da cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*).** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/4192>. Acesso em: 13 set. 2024.

SILVEIRA, C. H. **Eficácia de inseticidas no controle de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) e na transmissão de espiroplasma do milho.** 2019. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019. DOI: 10.11606/D.11.2020.tde-20012020-162602.

SOUZA, Ruana Regina Negrão de. **Avaliação da resistência de variedades de milho a *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae).** 2023. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) – Universidade Federal de São Carlos, Câmpus Araras, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/19120>. Acesso em: 13 set. 2024.

TOOKER, J.; PEARSONS, K. **Novos personagens, mesma história: inseticidas neonicotinoides interrompem teias alimentares por meio de efeitos diretos e indiretos.** Opinião atual em ciência de insetos, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2021.02.013>.

TOMIZAWA, M.; CASIDA, J. **Toxicologia de inseticidas neonicotinoides: mecanismos de ação seletiva. Revisão Anual de Farmacologia e Toxicologia,** v. 45, p. 247-268, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.PHARMTOX.45.120403.095930>.

TSAI, J. H.; FALK, B. W. **Viruses and mycoplasmal agents affecting maize in the Tropics.** In:

Proc. Symposium on Plant Virus and Virus-like Diseases. R. J. Chiu; Y. Yeh (eds.), p. 43-48, 1993.

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

WANDER, A. E.; CUNHA, G. H. de. **A concentração no mercado mundial de milho: evidências empíricas**. Revista Baru: Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos, v. 8, p. 9, 2022.