

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Efeito de inseticidas sobre duas populações da cigarrinha-do-  
milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera:  
Cicadellidae)**

**Daniella Gregolini Ruegger**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Engenheira Agrônoma

**Piracicaba  
2019**



**Daniella Gregolini Ruegger**

**Efeito de inseticidas sobre duas populações da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae)**

Orientador:  
Prof. Dr. **JOÃO ROBERTO SPOTTI LOPES**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Engenheira Agrônoma

**Piracicaba  
2019**

## DEDICATÓRIA

**Dedico este trabalho à Rosemary Gregolini, Francisco Ruegger e  
Octavio Setoguchi.**

## AGRADECIMENTOS

Um grande sonho está se tornando realidade e só foi possível com todo o apoio que eu tive durante esses anos na universidade. Gostaria de agradecer a todos que de alguma forma compartilharam esses anos comigo.

Principalmente aos meus pais, que sempre me apoiam em todas minhas decisões, especialmente no momento em que decidi mudar de faculdade para abraçar um sonho.

Ao meu namorado, Octavio Setoguchi, que apesar da distância sempre esteve ao meu lado torcendo por mim.

Minhas amigas Bruna Giacon, Larissa Mariotto e Marcela Passucci que me acompanharam por toda essa trajetória dividindo todos os momentos.

Ao Professor Dr. João Roberto Spotti Lopes por toda paciência e por todas oportunidades oferecidas, e ao Laboratório de Insetos Vetores de Fitopatógenos, onde eu descobri a minha paixão por entomologia.

À Camila Haddad por toda ajuda e companheirismo nesse ano de trabalho.

À Corteva Agriscience, principalmente ao Mario Dal Pogetto e ao Maurício Batista, que me deram a oportunidade de continuar a realizar os ensaios do meu trabalho.

## EPÍGRAFE

***“ Se murcharem suas pétalas e cortarem suas flores, lembre-se que você tem raízes! Brote de novo! ”***

**Ana Maria Braga**

## SUMÁRIO

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| RESUMO.....   | 9                                    |
| ABSTRACT .....  | 10                                   |
| LISTA DE FIGURAS .....  | 11                                   |
| LISTA DE TABELAS .....  | 12                                   |
| 1 INTRODUÇÃO .....  | 14                                   |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....   | 16                                   |
| 2.1 Cultura do milho.....   | 16                                   |
| 2.2 Cigarrinha do milho.....  | 16                                   |
| 2.3 Enfezamentos e virose do milho .....  | 17                                   |
| 2.4 Manejo da cigarrinha-do-milho.....  | 18                                   |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS .....  | 19                                   |
| 3.1 Criação dos insetos.....  | 19                                   |
| 3.2 Produtos inseticidas .....  | 20                                   |
| 3.3 Gaiolas para confinamento de insetos nos experimentos   | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| 3.4 Influência de inseticidas aplicados via foliar na mortalidade de populações de <i>D. maidis</i> .....                 | 21                                   |
| 3.5 Influência de inseticidas aplicados via tratamento de sementes na mortalidade de populações de <i>D. maidis</i> ..... | 23                                   |
| 3.6 Efeito de inseticidas sobre atividade alimentar .....   | 25                                   |
| 3.7 Análise Estatística.....  | 27                                   |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 28                                   |
| 4.1 Avaliação de mortalidade após aplicação foliar .....  | 28                                   |
| 4.2 Avaliação de mortalidade após tratamento de semente .....   | 31                                   |
| 4.3 Efeito de inseticidas sobre atividade alimentar .....   | 34                                   |
| 5 CONCLUSÃO.....  | 37                                   |

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....38



## RESUMO

### **Efeito de inseticidas sobre duas populações da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae)**

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais importantes do Brasil e do mundo. No Brasil, além dos campos de produção de sementes, a cultura possui duas safras consecutivas, o que ocasiona períodos prolongados de alimentação e sobrevivência de uma das principais pragas desta cultura, que é a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*). Esse inseto sugador é responsável por transmitir bactérias fitopatogênicas (fitoplasma e espiroplasma) associadas aos enfezamentos, e o vírus causador da risca do milho (*Maize rayado fino virus*), acarretando perdas expressivas na produção. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito letal de inseticidas em tratamento de semente (clorantraniliprole, tiametoxam e imidaclopride) e aplicação foliar (metomil, imidaclopride e lambda-cialotrina) em duas populações (Mogi Mirim-SP e Jardinópolis-SP) de *D. maidis*, bem como a atividade alimentar floemática deste inseto sobre plantas tratadas com os mesmos inseticidas. Os insetos foram confinados sobre as plantas tratadas (10 adultos por planta e 5 plantas por tratamento, no caso da aplicação foliar e 5 adultos por planta com 7 plantas por tratamento para o tratamento de sementes). No interior de gaiolas plásticas, foram contabilizados os insetos vivos após 24, 72 e 120 h da infestação para avaliar a taxa de mortalidade. Em relação à atividade floemática, confinaram-se 10 adultos por 24 h na 2ª folha totalmente expandida das plantas de milho tratadas com os inseticidas, por meio de gaiolas circulares de poliestireno forradas na base com papel filtro para absorver o “honeydew” excretado pelas cigarrinhas; posteriormente, o papel foi corado com uma solução de ninhidrina (1%) em acetona para avaliar a área excretada pelos insetos. Os resultados mostraram que os efeitos dos inseticidas variam com o tipo de aplicação e a população do inseto. Os inseticidas tiametoxam e imidaclopride em tratamento de sementes apresentaram alta eficácia de controle (>80%) sobre as duas populações estudadas. Os inseticidas avaliados em aplicação foliar (imidaclopride, metomil e lambda-cialotrina) foram menos eficazes e de ação mais lenta que o tratamento de sementes, demandando 5 dias de exposição para uma eficácia mediana (60-70%). No tratamento de sementes, os inseticidas tiametoxam e imidaclopride reduziram a taxa de alimentação dos insetos e em aplicação foliar; houve redução na alimentação com os tratamentos imidaclopride e metomil, apenas na população de Jardinópolis.

Palavras-chave: Doenças do milho; Inseto vetor; Controle químico; Fitopatógenos

## ABSTRACT

### **Effect of insecticides on two populations of the leafhopper, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae)**

Corn (*Zea mays* L.) is one of the most important crops in Brazil and in the world. In Brazil, in addition to the seed production fields, the crop has two consecutive harvests, which causes prolonged periods of feeding and survival of one of the main pests of this crop, the maize leafhopper (*Dalbulus maidis*). This sucking insect is responsible for transmitting phytopathogenic bacteria (phytoplasma and spiroplasma) associated with stunting, and the maize streak virus (Maize rayado fine virus), causing significant losses in production. The aim of this study was to evaluate the lethal effect of insecticides on seed treatment (chlorantraniliprole, thiametoxam and imidacloprid) and foliar application (metomyl, imidacloprid and lambda-cyhalothrin) in two populations (Mogi Mirim-SP and Jardinópolis-SP) of *D. maidis*, as well as the phloem dietary activity of this insect on plants treated with the same insecticides. Insects were confined to treated plants (10 adults per plant and 5 plants per treatment for foliar application and 5 adults per plant with 7 plants per treatment for seed treatment). Inside plastic cages, live insects were counted after 24, 72 and 120h of the infestation to evaluate the mortality rate. Regarding phloem activity, 10 adults were confined for 24h in the second fully expanded leaf of insecticide-treated maize plants by means of circular polystyrene cages lined with filter paper to absorb honeydew excreted by leafhoppers; subsequently, the paper was stained with a ninhydrin solution (1%) in acetone to evaluate the area excreted by insects. The results showed that the effects of insecticides vary with the type of application and the insect population. The insecticides thiametoxam and imidacloprid in seed treatment showed high control efficacy (>80%) on both populations studied. Insecticides evaluated in foliar application (imidacloprid, methomyl and lambda-cyhalothrin) were less effective and slower acting than seed treatment, requiring 5 days of exposure for medium efficacy (60-70%). In seed treatment, the insecticides thiamethoxam and imidacloprid reduced insect feeding rate and foliar application; There was a reduction in diet with imidacloprid and metomil treatments, only in the population of Jardinópolis

**Keywords:** Corn diseases; Insect vector; Chemical control; Phytopathogens

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Gaiola telada para criação da cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* com plantas de milho híbrido no estágio vegetativo V3 e V4.....19
- Figura 2 – Gaiola de acetato para confinamento de *Dalbulus maidis* durante o experimento de aplicação foliar.....22
- Figura 3 – Pulverização das plantas de milho com pulverizador costal manual de pressão constante de CO<sub>2</sub>.....22
- Figura 4 – Gaiola de copo plástico para confinamento de *Dalbulus maidis* no experimento de tratamento de sementes.....24
- Figura 5 – Sacos plásticos apropriados com sementes de milho sendo tratadas com produto inseticida.....24
- Figura 6 - Teste de excreção de *honeydew*. A) Gaiolas plásticas circulares de poliestireno transparente; B) Folha posta na posição final com a fita adesiva na face adaxial presa ao algodão e orifício pelo qual são inseridos os insetos; C) Experimento montado com o auxílio de palito de churrasco para fixar as gaiolas.....25
- Figura 7 – Papel filtro corado em solução 1% de ninhidrina para visualização de manchas arroxeadas onde foram depositadas as excreções de *honeydew*.....27
- Figura 8 - Eficácia média de controle de adultos de *D. maidis* calculada pela fórmula de Abbot (n = 5), para períodos de 24, 72 e 120 de exposição a plantas de milho pulverizadas com metomil, imidaclopride e lambda-cialotrina.....31
- Figura 9 - Eficácia média de controle de adultos de *Dalbulus maidis* calculada pela fórmula de Abbot (n = 7), para períodos de 24, 72 e 120 de exposição a plantas de milho submetidas ao tratamento de sementes com clorantraniliplore, tiametoxam e imidaclopride.....34

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Inseticidas utilizados na aplicação foliar para o controle de <i>Dalbulus maidis</i> na cultura do milho.....  | 20 |
| Tabela 2 - Inseticidas utilizados no tratamento de sementes para o controle de <i>Dalbulus maidis</i> na cultura do milho.....  | 20 |
| Tabela 3 - Estatística obtida na análise de deviance dos dados de mortalidade de duas populações de <i>Dalbulus maidis</i> após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas pulverizadas com inseticidas.....                       | 29 |
| Tabela 4 - Número médio ( $\pm$ EPM) de insetos mortos após 24, 72 e 120 horas de exposição a plantas de milho pulverizadas com diferentes inseticidas, em duas populações de <i>Dalbulus maidis</i> .....                    | 30 |
| Tabela 5 - Estatística obtida na análise de deviance dos dados de mortalidade de duas populações de <i>Dalbulus maidis</i> após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas obtidas de sementes tratadas com inseticidas.....       | 32 |
| Tabela 6 - Número médio ( $\pm$ EPM) de insetos mortos após 24, 72 e 120 horas de exposição a plantas de milho originadas de sementes tratadas com diferentes inseticidas, em duas populações de <i>Dalbulus maidis</i> ..... | 33 |
| Tabela 7 - Estatística obtida na análise de deviance dos dados de área de excreção de duas populações de <i>Dalbulus maidis</i> sob diferentes tratamentos com inseticidas.....   | 35 |
| Tabela 8 - Área média ( $\pm$ EPM) de excreção após 24 horas de exposição a plantas de milho pulverizadas com diferentes inseticidas, em duas populações de <i>Dalbulus maidis</i> .....                                      | 36 |
| Tabela 9 - Área média ( $\pm$ EPM) de excreção após 24 horas de exposição a plantas de milho originadas de sementes tratadas com diferentes inseticidas, em duas populações de <i>Dalbulus maidis</i> .....                   | 36 |



## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho possui uma grande importância para a economia do Brasil devido ao fato de ser o segundo grão mais cultivado no país, ficando atrás somente da soja (CONAB, 2018). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial do grão, ficando atrás dos Estados Unidos e da China, e o segundo maior exportador perdendo apenas dos Estados Unidos (USDA, 2018). A produção estimada desse grão para a safra 2018/19 é cerca de 91,19 milhões de toneladas com uma área de 16.654 mil hectares e uma produtividade de 5.476 kg/ha, atingindo maiores valores em relação à safra 2017/18 (CONAB, 2019). Para que os produtores mantenham a sua produtividade, eles precisam se atentar a todas as práticas culturais, principalmente aquelas relacionadas ao manejo de pragas que atacam a lavoura e causam prejuízos significativos.

Com o aumento do cultivo do milho na segunda safra no Brasil, houve um aumento na incidência de pragas e doenças pela continuidade da cultura no campo. Cultivos sucessivos de milho em uma mesma região propiciam alimento por períodos prolongados e condições adequadas para a proliferação das pragas e de inóculo de patógenos.

Um dos insetos que vem aumentando sua importância nas lavouras de milho com os cultivos sucessivos é a cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong e Wolcott), que é considerada uma praga inicial (ALBUQUERQUE et al., 2006). Esta praga pode causar danos significativos quando ocorre em altas populações na fase vegetativa da cultura. A cigarrinha-do-milho é um cicadélido (Hemiptera, Cicadellidae) que na fase adulta mede de 3,7 a 4,3 mm de comprimento e apresenta uma coloração amarelo-palha (GALLO et al., 2002). Esse inseto é considerado uma importante praga do milho devido ao fato de transmitir à planta, de maneira persistente e propagativa, o fitoplasma do milho e o espiroplasma, que são mollicutes (bactérias gram-positivas sem parede celular) associados aos enfezamentos vermelho e pálido, respectivamente (OLIVEIRA et al., 2017). Tais patógenos são de ocorrência restrita ao floema das plantas, podendo ser adquiridos pela cigarrinha-do-milho ao se alimentar da seiva do floema de uma planta de milho infectada (OLIVEIRA et al., 2017). Após a aquisição, os mollicutes começam a se multiplicar dentro do corpo do inseto vetor que, após um período de latência de 2-4 semanas, se torna apto a

transmiti-los toda vez que o inseto se alimenta no floema de uma planta de milho sadia (SABATO, 2017).

Apesar de sua importância, ainda há poucos estudos sobre o controle da cigarrinha-do-milho. O controle químico é o método mais usado, ainda que não se tenham muitos estudos e produtos registrados para esse alvo. O controle químico pode ser feito na forma de tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos, havendo vários produtos registrados para esta modalidade (AGROFIT, 2018). Entretanto, o tratamento de sementes tem um efeito residual relativamente curto, havendo a necessidade de estudos sobre a eficácia de inseticidas aplicados via foliar (OLIVEIRA e SABATO, 2017).

No entanto, o controle de insetos vetores com inseticidas pode não impedir a transmissão dos patógenos, especialmente se não possuem ação imediata sobre o inseto (“ação de choque”), permitindo que o mesmo realize inserções estiletares e/ou se alimente em tecidos nos quais o patógeno seja capaz de iniciar o processo de infecção da planta. Este problema pode ser mais frequente se o inseto apresentar resistência ao produto químico. Na literatura, há relatos de que algumas populações da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B apresentam resistência a certos grupos químicos de inseticidas, fato que está dificultando o seu controle em diversas regiões do país (SILVA et al., 2009). Assim, é importante a realização de estudos que investiguem a eficácia de inseticidas sobre populações da cigarrinha-do-milho nas diferentes regiões do país.

Este projeto teve por objetivo avaliar o impacto de inseticidas sobre duas populações da cigarrinha-do-milho coletadas em regiões distintas, em tratamento de semente ou aplicação foliar, analisando-se a mortalidade do inseto após diferentes períodos de exposição a plantas tratadas. Investigou-se, também, o efeito sobre o comportamento alimentar, por meio do teste de excreção de *honeydew*, que permite determinar se o inseto está sendo capaz de ingerir seiva do floema, e quantificar a taxa de ingestão. A avaliação do impacto dos inseticidas sobre a atividade alimentar da cigarrinha-do-milho no floema de plantas tratadas é um dado complementar importante para inferir sobre a eficácia do produto em impedir a transmissão dos patógenos associados aos enfezamentos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Cultura do milho

A cultura do milho é uma das mais importantes do Brasil e isso se deve principalmente às diversas formas de utilização, sendo desde a alimentação animal à indústria de alta tecnologia (RIBEIRO, 2014).

É considerado um alimento energético para as dietas humana e animal por ter sua composição baseada em carboidratos e lipídeos, e além de tudo, possui propriedades adequadas para indústrias química, farmacêutica, papeis e têxtil (RIBEIRO, 2014).

Com o aumento da área cultivada de milho e a diminuição da sazonalidade de seu cultivo devido ao cultivo do milho no sistema de “safrinha” e em sistemas irrigados, a pressão de algumas pragas aumentou, como a cigarrinha-do-milho (WAQUIL, 2004).

A cultura do milho durante o ano todo mudou completamente o comportamento de determinadas doenças e pragas, uma vez que o aumento dos enfezamentos nos cultivos tardios e de safrinha está diretamente ligado ao aumento da população do vetor nessa época, sendo bastante acentuado quando a cultura anterior também foi milho, assim o vetor nunca fica sem seu hospedeiro, ressaltando-se que o milho é o único hospedeiro para *D. maidis* no Brasil (SILVEIRA et al., 2008).

### 2.2 Cigarrinha do milho

A cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), é encontrada por toda região neotropical onde o milho é cultivado, podendo ser encontrada desde o nível do mar até grandes altitudes, sendo a temperatura e a disponibilidade de hospedeiros fatores limitantes para a sustentação da população (WAQUIL, 2004).

Segundo Waquil (2004), na fase adulta, o inseto pode atingir cerca de 4 mm e é encontrado com facilidade no cartucho do milho em áreas infestadas. A coloração predominante do inseto é amarelo-palha e possui duas manchas circulares escuras na cabeça (MARTINS et al., 2008). Os ovos são postos normalmente na nervura



central da folha, dentro dos tecidos das plantas e possuem um período embrionário de em média nove dias e posteriormente, as ninfas passam por cinco instares em um período de 17 dias, em média (MARTINS et al., 2008). Nas condições adequadas, as fêmeas depositam por volta de 14 ovos/dia sendo possível depositar 611 ovos durante o seu ciclo de vida, que dura 45 dias (WAQUIL, 2004).

Os danos diretos causados pela cigarrinha estão associados à sucção da seiva da planta através de pequenos furos, porém o grande impacto desse inseto está nos danos indiretos que são devidos à transmissão de doenças causadas por fitoplasma, espiroplasmas e vírus (WAQUIL, 1997).

Ao se alimentar do floema de plantas de milho infectadas, a cigarrinha adquire o fitoplasma, espiroplasma e vírus em conjunto com a seiva e após três a quatro semanas, que é considerado o período de latência, os fitopatógenos se multiplicam no inseto e tornam o inseto infectivo, ou seja, ele passa a transmitir os fitopatógenos às novas plantas saudáveis ao se alimentar (OLIVEIRA et al., 2002). A transmissão desses patógenos pela cigarrinha é do tipo persistente propagativa (NAULT, 1980).

Com o plantio de lavouras de milho o ano todo, há a coincidência do final de ciclo de uma lavoura com o início do ciclo de outra permitindo a migração das cigarrinhas saudáveis e infectivas das plantas adultas para as plantas jovens, ocorrendo a disseminação da doença (OLIVEIRA et al., 2002).

### 2.3 Enfezamentos e virose do milho

A cigarrinha transmite dois tipos de enfezamentos para as plantas de milho, o enfezamento pálido e o vermelho, ambos são causados por patógenos da classe dos Mollicutes. O enfezamento pálido é causado pelo *Spiroplasma kunkelii* e o enfezamento vermelho pelo *Maize bushy stunt phytoplasma* (OLIVEIRA et al., 2002).

A distinção dos enfezamentos pode ser realizada a campo devido ao fato de que eles se diferenciam principalmente nos sintomas que causam nas plantas. O enfezamento pálido ocasiona estrias esbranquiçadas irregulares partindo da base das folhas e posteriormente as folhas novas apresentam o mesmo sintoma, já o enfezamento vermelho causa avermelhamento intenso e generalizado por toda a planta, iniciando no ápice e nas margens das folhas, sendo capaz de atingir toda área foliar (OLIVEIRA et al., 2002).

Os danos dessas doenças são enormes para a produção, pois podem ocasionar encurtamento dos internódios, pequenas bonecas e espigas, deformações do pendão, perfilhamento e desenvolvimento de várias gemas florais (WAQUIL, 2004).

Outra doença que também é transmitida por *D. maidis* e ocorre simultaneamente aos enfezamentos é o vírus da risca, o qual é ocasionado pelo *Maize rayado fino virus*. O principal sintoma aparente da virose são pequenos pontos cloróticos na base e ao longo das nervuras das folhas jovens, com o tempo esses pontos se fundem gerando diversas riscas e as plantas infectadas apresentam espigas e grãos menores (OLIVEIRA et al., 2002).

## 2.4 Manejo da cigarrinha-do-milho

Para obter êxito no controle das pragas, é necessário aproximar algumas ferramentas de manejo que possam cooperar com a redução dos danos ocasionados por estes insetos. O uso de cultivares resistente, tratos culturais, controle biológico e químico são medidas que se forem conduzidas de modo correto podem ajudar no manejo integrado da cigarrinha-do-milho.

Atualmente, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), há 19 produtos químicos registrados para *D. maidis*, a maioria dos produtos são pertencentes ao grupo químico dos neonicotinóides, piretróides, organofosforados e carbamatos. Incrivelmente, há também produtos biológicos registrados, como o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*.

O uso de cultivares resistentes é o método de controle mais eficiente para o manejo de doenças transmitidas por *D. maidis*. Porém, ainda faltam estudos para uma melhor recomendação, pois nem todos os cultivares disponíveis no mercado possuem resistência aceitável (OLIVEIRA et al., 2007b).

Uma das ferramentas mais utilizadas para o manejo dessa praga é o controle químico, o qual pode ser realizado através de pulverização foliar ou tratamento de sementes.

Dentre outros manejos que podem ser utilizados para o controle de *D. maidis* está o controle cultural, que é baseado em adequação da época de plantio (evitando-se plantios tardios), interrupção de plantios consecutivos, eliminação de plantas de milho voluntárias e diversificação de cultivares na área de plantio (OLIVEIRA et al., 2003).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Criação dos insetos

Os experimentos foram realizados com duas populações coletadas em regiões distintas: Jardinópolis – SP e Mogi Mirim - SP. A população de Jardinópolis foi coletada em 2009 em parcelas de milho da estação experimental da Corteva, sendo mantida desde então em ambientes controlados (casa-de-vegetação, com temperatura variando de 18 a 32°C), sem exposição a inseticidas, no Laboratório de Insetos Vetores de Fitopatógenos do Departamento de Entomologia e Acarologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP). Já a outra população (Mogi Mirim – SP) foi coletada em um plantio de milho da estação experimental da Corteva. Desde sua coleta, a população de Mogi Mirim - SP vem sendo mantida nas mesmas condições da população de Jardinópolis, em gaiolas com tela anti-afídica (Figura 1) com dimensões de 0,45 x 0,30 x 0,30 metros, sobre plantas de milho híbrido 2B433PW, no estágio vegetativo V3 e V4, seguindo procedimentos semelhantes aos descritos por Oliveira et al. (2017). Nos experimentos são utilizados insetos adultos com 2-3 semanas após a emergência.



Figura 1 – Gaiola telada para criação da cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* com plantas de milho híbrido no estágio vegetativo V3 e V4.

### 3.2 Produtos inseticidas

Para os experimentos referente à aplicação foliar foram usados os inseticidas da tabela 1 e para os experimentos referente ao tratamento de sementes, foram utilizados os inseticidas da tabela 2.

Tabela 1 – Inseticidas utilizados na aplicação foliar para o controle de *Dalbulus maidis* na cultura do milho

| Nome Comercial  | Grupo Químico  | Ingrediente Ativo | Concentração de Ingrediente Ativo | Doses (L/ha) |
|-----------------|----------------|-------------------|-----------------------------------|--------------|
| Lannate® BR     | Carbamato      | Metomil           | 215 g/L                           | 1,0          |
| Provado 200 SC® | Neonicotinóide | Imidaclopride     | 200 g/Kg                          | 0,4          |
| Karate®         | Piretróide     | Lambda-cialotrina | 50 g/L                            | 0,4          |

Tabela 2 – Inseticidas utilizados no tratamento de sementes para o controle de *Dalbulus maidis* na cultura do milho

| Nome Comercial        | Grupo Químico       | Ingrediente Ativo  | Concentração de Ingrediente Ativo | Doses                   |
|-----------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Dermacor®             | Diamida Antranílica | Clorantraniliprole | 625 g/L                           | 48 mL/60000 sementes    |
| Cruiser® 350 FS       | Neonicotinóide      | Tiametoxam         | 350 g/Kg                          | 120 mL/60000 sementes   |
| Imidaclopride Nortox® | Neonicotinóide      | Imidaclopride      | 480 g/Kg                          | 750 mL/ 100 kg sementes |

### 3.4 Influência de inseticidas aplicados via foliar na mortalidade de populações de *D. maidis*

Para obtenção das plantas, sementes de milho híbrido (2A620PW) foram semeadas em vasos plásticos com dimensões 7 x 8 cm, utilizando substrato preparado no Laboratório de Insetos Vetores de Fitopatógenos contendo duas partes de solo para uma de areia e uma de esterco. Junto ao solo foi acrescentado fertilizante NPK apresentando a formulação 4-14-8 e, após a semeadura, foi aplicado sulfato de amônio sobre o solo (todos os fertilizantes utilizados pertencem à marca Heringer).

Foram semeadas três sementes por vaso e quando o milho estava com duas folhas abertas (estádio V2) foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma planta por vaso. O experimento foi conduzido em estufa no Laboratório de Insetos Vetores de Fitopatógenos do Departamento de Entomologia e Acarologia da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

Após o desbaste, as plantas foram pulverizadas (Figura 3) com os inseticidas apresentados na Tabela 1, através de um pulverizador costal manual de pressão constante CO<sub>2</sub>, equipado com bico cônico vazio TXVK-4 com volume de calda de 100 L/ha.

As gaiolas (Figura 2) utilizadas para o confinamento dos insetos sobre as plantas no experimento de aplicação foliar, constituíam-se de folha de acetato transparente em formato cilíndrico, com dimensões de 15 (diâmetro) x 45 (altura) cm. Uma das extremidades foi fechada com *voil* e a outra ficou aberta, para fixação no solo. Na lateral, havia uma abertura com *voil* para ventilação e outra para a inserção dos insetos, a qual é fechada por uma espuma.

Posteriormente à secagem do produto nas plantas, as gaiolas (Figura 2) foram colocadas sobre as mesmas e em seguida foram infestados dez insetos adultos por gaiola, utilizando-se os insetos de ambas populações. O experimento foi conduzido com cinco repetições de cada tratamento em delineamento inteiramente casualizado.

A avaliação do experimento foi realizada 1, 3 e 5 dias após a infestação, sendo contabilizado o número de insetos vivos em cada gaiola.



Figura 2 – Gaiola de acetato para confinamento de *Dalbulus maidis* durante o experimento de aplicação foliar.



Figura 3 – Pulverização das plantas de milho com pulverizador costal manual de pressão constante CO<sub>2</sub>.

### 3.5 Influência de inseticidas aplicados via tratamento de sementes na mortalidade de populações de *D. maidis*

Sementes de milho híbrido (2A620PW) foram tratadas manualmente em sacos plásticos apropriados com os produtos inseticidas citados na Tabela 2. Nos sacos plásticos (Figura 4) foram adicionadas as sementes juntamente com inseticida dosado, sendo agitado até que todas as sementes estivessem cobertas pelo produto. Após o tratamento das sementes, elas ficaram secando por volta de uma hora antes da semeadura. Posteriormente, foi semeada uma semente por vaso plástico com dimensões 7 x 8 cm, utilizando substrato preparado no Laboratório de Insetos Vetores de Fitopatógenos contendo duas partes de solo para uma de areia e uma de esterco. O fertilizante NPK na formulação 4-14-8 foi misturado ao solo. Após a semeadura foi aplicado sulfato de amônio em cobertura (todos os fertilizantes utilizados pertencem à marca Heringer).

O experimento foi conduzido em ambiente controlado na Estação Experimental da Corteva Agriscience em Mogi Mirim – SP.

As gaiolas (Figura 4) que foram utilizadas para o ensaio de tratamento de sementes, constituíam-se de um copo plástico de 700 mL que possui sua base aberta para que o vaso seja encaixado. A parte superior é fechada com *voil* e tampa plástica para dar sustentação. Esta metodologia é utilizada pela Corteva Agriscience para testes de seleção de inseticidas.

Em seguida, as gaiolas (Figura 4) foram montadas em cada vaso e infestadas com cinco insetos adultos por gaiola, sendo utilizada as mesmas populações citadas anteriormente. O experimento foi conduzido em sete repetições com delineamento inteiramente casualizado.

A avaliação do experimento foi realizada 1, 3 e 5 dias após a infestação sendo contabilizado o número de insetos vivos em cada gaiola.



Figura 4 – Gaiola de copo plástico para confinamento de *Dalbulus maidis* no experimento de tratamento de sementes.



Figura 5 - Sacos plásticos apropriados com sementes de milho sendo tratadas com produto inseticida.



### 3.6 Efeito de inseticidas sobre atividade alimentar

Para fazer o teste de excreção de *honeydew*, utilizaram-se gaiolas plásticas circulares de poliestireno transparente (Figura 5A) de dimensões 60 (diâmetro) x 15 (altura) mm com abertura para que pudessem ser inseridos a folha e os insetos. Nas laterais, havia espuma para proteção das folhas de eventuais danos ao fechar a gaiola. Para que o limbo foliar se mantivesse esticado, foi adicionado um pedaço de fita adesiva na sua face adaxial sendo acomodado junto a uma porção de algodão na parte superior da gaiola, deixando disponível a parte abaxial para os insetos. Na parte lateral da gaiola, havia aberturas com tela anti-afídica para a entrada de ar. Já no lado oposto à abertura da gaiola, havia um orifício (Figura 5A) por onde foram inseridos os insetos, sendo fechado com uma espuma. Na base da gaiola foi colocado um pedaço de papel filtro circular sobre o qual o *honeydew* foi excretado. Para que as gaiolas ficassem na horizontal para coleta do *honeydew*, estas foram presas com fita adesiva em palitos de madeira, que serviram de suporte (Figura 5B e 5C).

As plantas utilizadas foram mantidas e tratadas com inseticidas (Tabela 1 e 2) da mesma maneira descrita no experimento anterior, tanto para aplicação via foliar quanto para aplicação via tratamento de sementes. Para cada tratamento havia dez plantas contendo dez insetos em cada gaiola, utilizando-se os insetos das duas populações.

Após o confinamento dos insetos por 24 horas, os papéis filtro foram coletados, e em seguida, tratados com uma solução de 1% de ninhidrina em acetona, com a intenção de corar (roxo) os aminoácidos presentes no *honeydew* (Figura 6). Os papéis filtro corados foram digitalizados a 300 dpi e, com o auxílio do software Quant v 1.0.0.22, a imagem foi reduzida a 36 cores (padrão indicado pelo software), sendo selecionadas aquelas que são tons de roxo, determinando-se a área do papel filtro com manchas de tonalidade roxa, as quais correspondem ao local com a presença de *honeydew*.

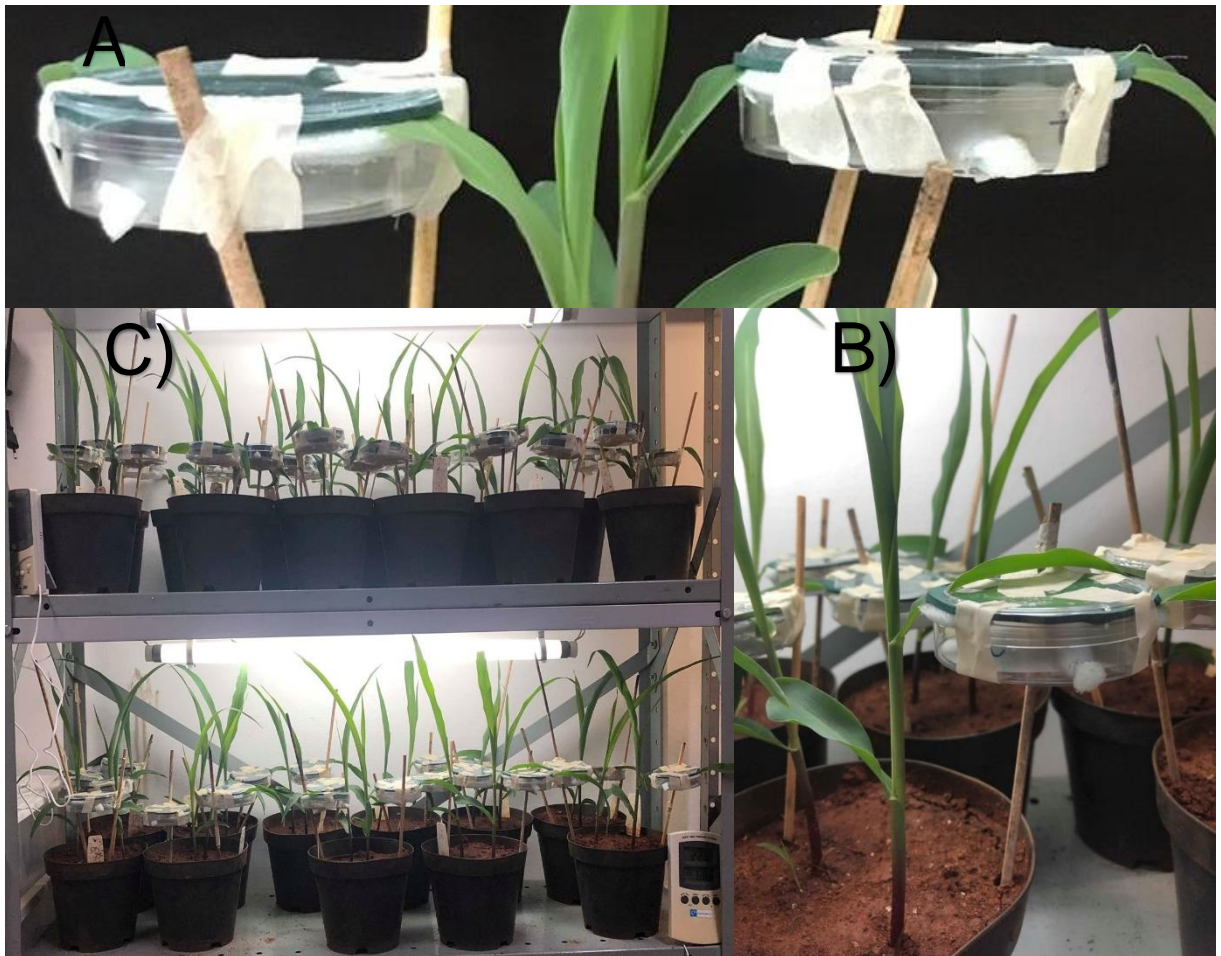


Figura 6 - Teste de excreção de *honeydew*. A) Gaiolas plásticas circulares de poliestireno transparente; B) Folha posta na posição final com a fita adesiva na face adaxial presa ao algodão e orifício pelo qual são inseridos os insetos; C) Experimento montado com o auxílio de palito de madeira para fixar as gaiolas.

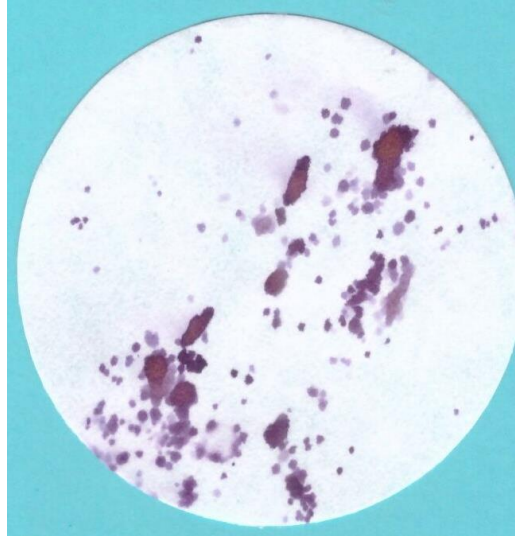


Figura 7 – Papel filtro corado em solução a 1% de ninhidrina para visualização de manchas arroxeadas onde foram depositadas as excreções de *honeydew*.

### 3.7 Análise Estatística

Todos os experimentos de mortalidade foram submetidos à análise de variância fatorial. A interação entre os fatores foi evidenciada por meio de uma análise de Deviance, sendo que os fatores tratamentos versus populações foram considerados como fixos. Os dados foram analisados com um modelo linear generalizado do tipo quasibinomial e a qualidade do ajuste do modelo foi confirmada com um envelope simulado meio normal, utilizando o pacote hnp (Moral et al. 2017). Para efeitos comparativos, a análise foi repetida para 24, 72 e 120 horas de confinamento. Os contrastes de médias entre os tratamentos foram conduzidos por meio da função glht do pacote multcomp (TORSTEN et al., 2008). Todas as análises foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2019).

A porcentagem de eficácia dos inseticidas utilizados nos experimentos foi calculada pela fórmula de Abbott (ABBOTT, 1925). Para efeitos comparativos, a análise foi repetida para 24, 72 e 120 horas de confinamento.

Fórmula de Abbott:

$$E\% = \left( \frac{IT - it}{IT} \right) \times 100$$

Onde o  $E\%$  é a porcentagem de eficácia;  $IT$  o número de insetos vivos na testemunha;  $it$  número de insetos vivos nos tratamentos.

Para o experimento do efeito de inseticidas sobre a atividade alimentar, os dados foram submetidos a análise de deviance. Posteriormente, com a detecção dos efeitos significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (0,05%).

Todas as análises foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2019), com exceção das análises de mortalidade após o tratamento de sementes que foram realizadas através do software ARM (Agricultural Research Management, 2019).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação de mortalidade após aplicação foliar

As análises de deviance mostraram efeito significativo dos tratamentos de aplicação foliar de inseticidas sobre a mortalidade de adultos de *D. maidis* em todos os períodos de avaliação, e da população da cigarrinha no período de 24 h (Tabela 3). Houve interação significativa entre população e os tratamentos inseticidas apenas na avaliação de 24 horas.

Na população de Jardinópolis, todos os inseticidas propiciaram mortalidade maior que a testemunha em 24 horas de exposição (Tabela 4), com destaque para os tratamentos com metomil e lambda-cialotrina. Já na população de Mogi Mirim, apenas metomil resultou em mortalidade maior que a testemunha. Ao analisar a interação entre população e tratamento no período de confinamento de 24 horas, foi possível observar que o único tratamento que diferiu entre as populações foi lambda-cialotrina, apresentando maior mortalidade na população de Jardinópolis. A eficácia dos inseticidas foi baixa (<50%) com 24 h, sendo que para a população de Mogi Mirim apenas o metomil apresentou efeito significativo no controle, com 37,21% de eficácia (Figura 7).

Após 72 horas de exposição, todos tratamentos apresentaram mortalidade maior do que a testemunha (Tabela 4). Houve aumento na eficácia de todos os inseticidas, com destaque para o imidaclopride (58,14%) na população de Mogi Mirim e para metomil e lambda-cialotrina (ambos com 59,18%) na população de Jardinópolis (Figura 7).

Em 120 horas de exposição, todos os tratamentos mostraram maior mortalidade do que a testemunha (Tabela 4). Houve aumento na eficácia de todos os

inseticidas, mas nenhum deles ultrapassou o nível de 80%, que é considerado um requisito mínimo em avaliações de eficácia de inseticidas (Figura 7). É interessante observar que para a população de Mogi Mirim, o tratamento com maior eficácia foi o imidaclopride (77,50%), enquanto que o lambda-cialotrina (71,11%) foi o mais eficaz para a população de Jardinópolis.

A literatura disponível referente à eficiência da aplicação foliar de inseticidas no controle de *D. maidis* ainda é escassa, pois o mais comum é fazer o tratamento de sementes ao invés da pulverização. Isso se deve ao fato de anteriormente só existirem produtos registrados para o tratamento de semente. Albuquerque et al. (2006) relataram bons níveis de controle ao utilizar tiametoxam no tratamento de sementes, associado à aplicação foliar de tiametoxam + lambda-cialotrina, alcançando até 100% do controle em algumas doses, devido ao amplo espectro de ação desses ativos.

O presente trabalho mostra que os três inseticidas avaliados em aplicação foliar não foram eficazes para o controle de nenhuma das duas populações de *D. maidis* avaliadas, além da necessidade de cerca de 120 h de exposição para que os dois inseticidas mais letais se aproximassem do nível de 80% de controle. Os resultados ainda indicam interação significativa da população da cigarrinha com o inseticida lambda-cialotrina (piretróide) nas primeiras 24 h, que mostrou eficácia próxima de 40% para a população de Jardinópolis e nula para a de Mogi-Mirim.

Tabela 3 – Estatística obtida na análise de deviance dos dados de mortalidade de duas populações de *Dalbulus maidis* após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas pulverizadas com inseticidas

| Fator          | 24 horas |         |       | 72 horas |         |        | 120 horas |         |        |
|----------------|----------|---------|-------|----------|---------|--------|-----------|---------|--------|
|                | G.L.     | F       | P     | G.L.     | F       | P      | G.L.      | F       | P      |
| População (P)  | 1        | 5,3466  | <0,05 | 1        | 0,4594  | 0,5028 | 1         | 1,5765  | 0,2184 |
| Tratamento (T) | 3        | 15,8125 | <0,05 | 3        | 18,7751 | <0,05  | 3         | 31,2967 | <0,05  |
| P x T          | 3        | 6,0906  | <0,05 | 3        | 2,3753  | 0,0884 | 3         | 1,2608  | 0,3043 |

Tabela 4 – Número médio ( $\pm$  EPM) de insetos mortos após 24, 72 e 120 horas de exposição a plantas de milho pulverizadas com diferentes inseticidas em duas populações de *Dalbulus maidis*

| Tratamentos       | População        |                   | Média           |
|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|
|                   | Mogi Mirim       | Jardinópolis      |                 |
| 24h               |                  |                   |                 |
| Lambda-cialotrina | 1,2 $\pm$ 0,5 bB | 4,6 $\pm$ 0,9 abA | 4,8 $\pm$ 0,1   |
| Metomil           | 4,6 $\pm$ 0,2 aA | 5 $\pm$ 0,4 aA    | 2,1 $\pm$ 0,3   |
| Imidaclopride     | 1,4 $\pm$ 0,4 bA | 2,8 $\pm$ 0,6 bA  | 2,9 $\pm$ 0,5   |
| Testemunha        | 1,4 $\pm$ 0,5 bA | 0,2 $\pm$ 0,2 cA  | 0,8 $\pm$ 0,2   |
| Média             | 2,15 $\pm$ 0,3   | 3,15 $\pm$ 0,5    |                 |
| 72h               |                  |                   |                 |
| Lambda-cialotrina | 5,4 $\pm$ 1      | 6 $\pm$ 0,8       | 5,7 $\pm$ 0,8 a |
| Metomil           | 5 $\pm$ 0,4      | 4,4 $\pm$ 0,6     | 5,5 $\pm$ 0,4 a |
| Imidaclopride     | 6,4 $\pm$ 0,5    | 6 $\pm$ 1,3       | 5,4 $\pm$ 0,5 a |
| Testemunha        | 1,4 $\pm$ 0,5    | 0,2 $\pm$ 0,2     | 0,8 $\pm$ 0,3 b |
| Média             | 4,55 $\pm$ 0,5   | 4,15 $\pm$ 1,3    |                 |
| 120h              |                  |                   |                 |
| Lambda-cialotrina | 7,6 $\pm$ 0,7    | 7,4 $\pm$ 0,4     | 7,5 $\pm$ 0,4 a |
| Metomil           | 6 $\pm$ 0,7      | 6,4 $\pm$ 0,8     | 6,2 $\pm$ 0,5 a |
| Imidaclopride     | 8,2 $\pm$ 0,3    | 6,4 $\pm$ 0,9     | 7,3 $\pm$ 0,5 a |
| Testemunha        | 2 $\pm$ 0,4      | 1 $\pm$ 0,4       | 1,5 $\pm$ 0,3 b |
| Média             | 5,95 $\pm$ 0,6   | 5,3 $\pm$ 0,66    |                 |

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si. Letras minúsculas correspondem ao tratamento e letras maiúsculas à população.

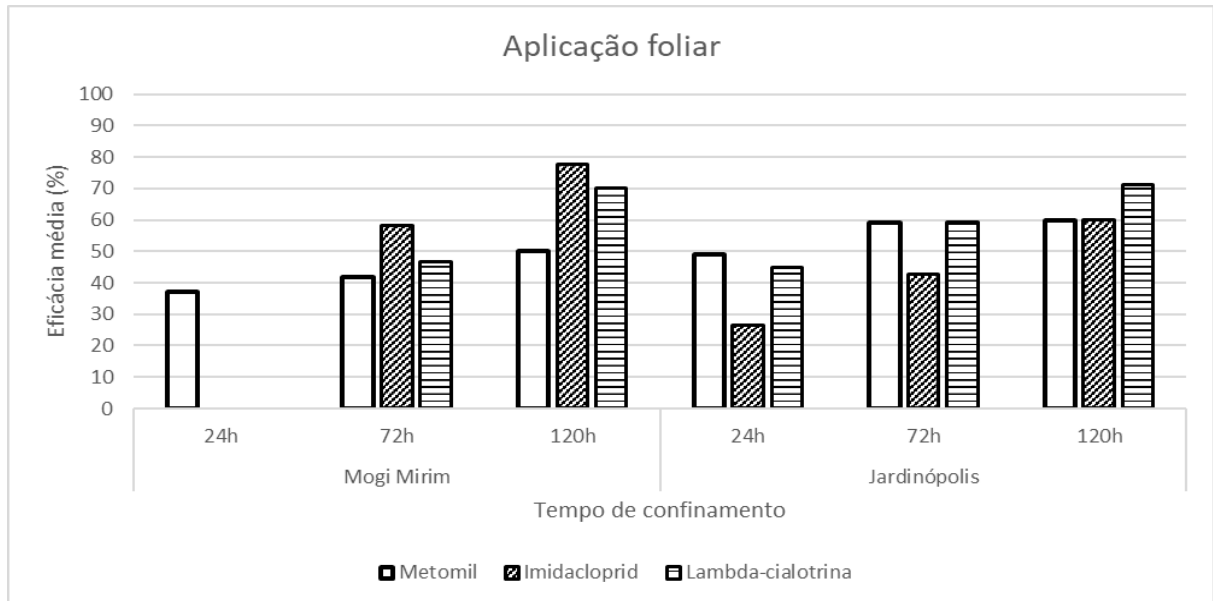


Figura 8 - Eficácia média de controle de adultos de *D. maidis* calculada pela fórmula de Abbot ( $n = 5$ ), para períodos de 24, 72 e 120 de exposição a plantas de milho pulverizadas com metomil, imidaclopride e lambda-cialotrina.

#### 4.2 Avaliação de mortalidade após tratamento de semente

As análises de deviance mostraram efeito significativo do tratamento de semente com inseticidas sobre a mortalidade de *D. maidis* em todos períodos de avaliação e das populações do inseto apenas no período de 120 h (Tabela 5). Não houve interação significativa entre a população e os tratamentos inseticidas.

Em 24 horas de exposição dos insetos, houve efeito significativo apenas dos tratamentos (Tabela 6), ou seja, ambas populações se comportaram da mesma maneira em relação aos tratamentos. Apenas os tratamentos de sementes com imidaclopride e o tiametoxam resultaram em mortalidade maior do que na testemunha. Em relação à eficácia dos inseticidas (Figura 9), destaca-se o imidaclopride com 47,05% de controle na população de Mogi Mirim e com 55,88% na população de Jardinópolis. O tiametoxam mostrou eficácia de 38,23% na população de Mogi Mirim e 17,64% na população de Jardinópolis e o clorantraniliprole foi pouco eficiente nas duas populações.

Após 72 horas de exposição, também houve efeito significativo apenas dos tratamentos inseticidas (Tabela 6). Ocorreu uma pequena redução na eficácia dos inseticidas imidaclopride e tiametoxam, porém mantendo-se acima de 80%, enquanto que o clorantraniliprole continuou com eficiência reduzida (<10%) (Figura 9).

Na avaliação de 120 horas os resultados foram semelhantes aos de 24h e 72h, com efeito significativo dos tratamentos de sementes (Tabela 6). Nessa avaliação, a eficácia do tiametoxam atingiu 100% de controle na população de Jardinópolis – SP (Figura 8).

Oliveira et al. (2008) obteve bons resultados ao utilizar o imidaclopride e tiametoxam como tratamento de sementes, apresentando eficiência de controle igual ou superior a 70%, confirmando o que ocorreu no presente ensaio. O imidaclopride e o tiametoxam se destacaram em relação ao tratamento com clorantraniliprole, atingindo controle superior à 80% em todas avaliações.

Tabela 5 - Estatística obtida na análise de deviance dos dados de mortalidade de duas populações de *Dalbulus maidis* após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas obtidas de sementes tratadas com inseticidas

| Fator          | 24 horas |         |        | 72 horas |          |        | 120 horas |          |        |
|----------------|----------|---------|--------|----------|----------|--------|-----------|----------|--------|
|                | G.L.     | F       | P      | G.L.     | F        | P      | G.L.      | F        | P      |
| População (P)  | 1        | 0,0630  | 0,8028 | 1        | 1,6630   | 0,2043 | 1         | 4,8320   | <0,05  |
| Tratamento (T) | 3        | 18,0750 | <0,05  | 3        | 206,1630 | <0,05  | 3         | 312,1960 | <0,05  |
| P x T          | 3        | 0,3130  | 0,8159 | 3        | 0,0700   | 0,9758 | 3         | 0,8550   | 0,4718 |



Tabela 6 – Número médio ( $\pm$  EPM) de insetos mortos após 24, 72 e 120 horas de exposição a plantas de milho originadas de sementes tratadas com diferentes inseticidas, em duas populações de *Dalbulus maidis*

| Tratamentos        | População       |                 | Média           |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                    | Mogi Mirim      | Jardinópolis    |                 |
| 24h                |                 |                 |                 |
| Clorantraniliprole | 0,0 $\pm$ 0,1   | 0,0 $\pm$ 0,1   | 0,0 b           |
| Tiametoxam         | 1,4 $\pm$ 0,6   | 0,8 $\pm$ 0,2   | 1,1 $\pm$ 0,3 a |
| Imidaclopride      | 1,9 $\pm$ 0,6   | 2,3 $\pm$ 0,7   | 2,1 $\pm$ 0,4 a |
| Testemunha         | 0,0 $\pm$ 0,1   | 0,0 $\pm$ 0,1   | 0,0 b           |
| Média              | 0,5 $\pm$ 0,3   | 0,5 $\pm$ 0,2   |                 |
| 72h                |                 |                 |                 |
| Clorantraniliprole | 0,1 $\pm$ 0,1   | 0,2 $\pm$ 0,1   | 0,2 $\pm$ 0,1 b |
| Tiametoxam         | 4,5 $\pm$ 0,2   | 4,7 $\pm$ 0,1   | 4,6 $\pm$ 0,1 a |
| Imidaclopride      | 4,1 $\pm$ 0,4   | 4,6 $\pm$ 0,2   | 4,3 $\pm$ 0,2 a |
| Testemunha         | 0,1 $\pm$ 0,1   | 0,2 $\pm$ 0,1   | 0,2 $\pm$ 0,1 b |
| Média              | 1,7 $\pm$ 0,4   | 1,9 $\pm$ 0,4   |                 |
| 120h               |                 |                 |                 |
| Clorantraniliprole | 0,1 $\pm$ 0,1   | 0,4 $\pm$ 0,2   | 0,3 $\pm$ 0,1 b |
| Tiametoxam         | 4,9 $\pm$ 0,1   | 5,0             | 4,9 a           |
| Imidaclopride      | 4,1 $\pm$ 0,4   | 4,9 $\pm$ 0,1   | 4,5 $\pm$ 0,2 a |
| Testemunha         | 0,1 $\pm$ 0,1   | 0,3 $\pm$ 0,1   | 0,2 $\pm$ 0,1 b |
| Média              | 2,3 $\pm$ 0,4 B | 2,6 $\pm$ 0,4 A |                 |

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si. Letras minúsculas correspondem ao tratamento e letras maiúsculas à população.

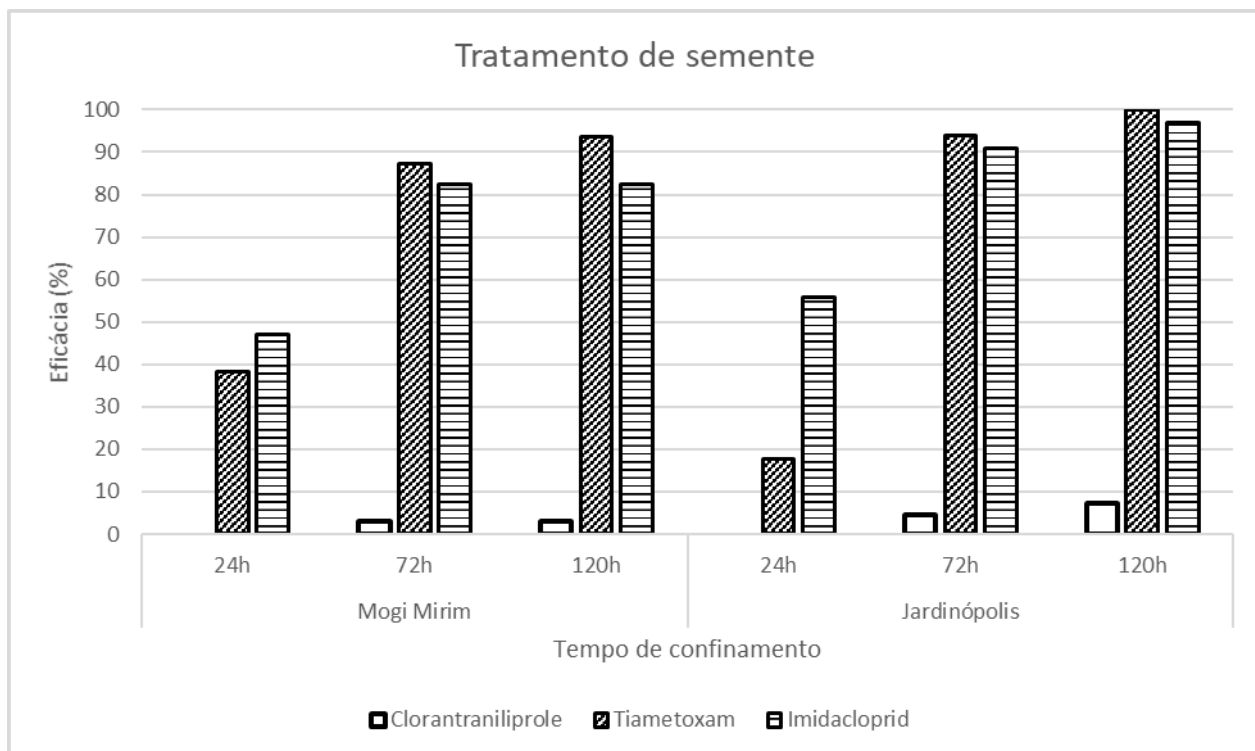


Figura 9 – Eficácia média de controle de adultos de *Dalbulus maidis* calculada pela fórmula de Abbot ( $n = 7$ ), para períodos de 24, 72 e 120 de exposição a plantas de milho submetidas ao tratamento de sementes com clorantraniliprole, tiametoxam e imidaclopride.

#### 4.3 Efeito de inseticidas sobre atividade alimentar

As análises de deviance mostraram efeito significativo da aplicação foliar com inseticidas e das populações sobre a atividade alimentar de *D. maidis*, havendo interação entre os tratamentos e as populações testadas (Tabela 7). No caso do tratamento de sementes, as análises de deviance também mostraram efeito significativo, entretanto, apenas dos tratamentos inseticidas, concluindo que as populações responderam de maneira semelhante aos inseticidas.

A aplicação foliar houve efeito dos inseticidas na atividade alimentar de *D. maidis* para a população de Jardinópolis, mas, apenas para os inseticidas metomil e imidaclopride. Estes tratamentos reduziram a taxa de alimentação dos insetos, medida indiretamente pela mensuração da área de excreção dos insetos após 24 h de exposição às plantas tratadas (Tabela 8). Não houve efeito significativo de nenhum dos inseticidas sobre a atividade alimentar na população de Mogi-Mirim.

No tratamento de sementes os inseticidas imidaclopride e tiametoxam reduziram significativamente a alimentação em ambas as populações de *D. maidis* (Tabela 9). Não houve efeito significativo de clorantraniprole em relação à testemunha não tratada.

A ação de inseticidas sobre a alimentação de *D. maidis* pode ter consequências sobre a eficiência de transmissão de vírus e mollicutes por este inseto vetor, considerando-se que tais patógenos são de ocorrência restrita ao floema e, como tal, dependem de ingestão prolongada de seiva do floema em plantas infectadas, para sua aquisição pelo vetor (OLIVEIRA e SABATO, 2017).

Os resultados desta pesquisa mostram que os efeitos de inseticidas sobre a taxa de alimentação e mortalidade da cigarrinha *D. maidis* variam em função do tipo de aplicação e da população do inseto. O conjunto dos dados de mortalidade sugere que a população de Mogi-Mirim apresenta menor suscetibilidade a certos inseticidas, como é o caso de lambda-cialotrina. A menor suscetibilidade da população de Mogi-Mirim provavelmente se deve ao fato de que foi coletada em região com intensa aplicação de inseticidas para o controle de pragas de milho, enquanto que a população original de Jardinópolis foi mantida em criação de laboratório por muitos anos, não sofrendo, portanto, pressão de seleção para resistência aos inseticidas.

Tabela 7 - Estatística obtida na análise de deviance dos dados de área de excreção de duas populações de *Dalbulus maidis* sob diferentes tratamentos com inseticidas

| Fator          | Aplicação Foliar |        |       | Tratamento de Semente |         |        |
|----------------|------------------|--------|-------|-----------------------|---------|--------|
|                | G.L.             | F      | P     | G.L.                  | F       | P      |
| População (P)  | 1                | 6,3921 | <0,05 | 1                     | 1,4232  | 0,2368 |
| Tratamento (T) | 3                | 4,8648 | <0,05 | 3                     | 12,3143 | <0,05  |
| P x T          | 3                | 3,7918 | <0,05 | 3                     | 1,326   | 0,2726 |

Tabela 8 – Área média em cm<sup>2</sup> ( $\pm$  EPM) de excreção após 24 horas de exposição a plantas de milho pulverizadas com diferentes inseticidas, em duas populações de *Dalbulus maidis*

| Tratamentos       | População          |                     | Média             |
|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
|                   | Mogi Mirim         | Jardinópolis        |                   |
| Lambda-cialotrina | 0,2988 $\pm$ 0,2 a | 0,2646 $\pm$ 0,3 ab | 0,2817 $\pm$ 0,02 |
| Metomil           | 0,3103 $\pm$ 0,5 a | 0,1815 $\pm$ 0,5 b  | 0,2459 $\pm$ 0,03 |
| Imidaclopride     | 0,3585 $\pm$ 0,5 a | 0,1879 $\pm$ 0,4 b  | 0,2732 $\pm$ 0,03 |
| Testemunha        | 0,4257 $\pm$ 1,2 a | 0,4631 $\pm$ 0,6 a  | 0,4444 $\pm$ 0,06 |
| Média             | 0,3483 $\pm$ 0,03  | 0,2743 $\pm$ 0,02   |                   |

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si. Letras minúsculas correspondem ao tratamento.

Tabela 9 – Área média em cm<sup>2</sup> ( $\pm$  EPM) de excreção após 24 horas de exposição a plantas de milho originadas de sementes tratadas com diferentes inseticidas, em duas populações de *Dalbulus maidis*

| Tratamento         | População         |                   | Média              |
|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                    | Mogi Mirim        | Jardinópolis      |                    |
| Clorantraniliprole | 0,4829 $\pm$ 0,1  | 0,5370 $\pm$ 0,1  | 0,5099 $\pm$ 0,8 a |
| Tiametoxam         | 0,1755 $\pm$ 0,03 | 0,1760 $\pm$ 0,03 | 0,1757 $\pm$ 0,2 b |
| Imidaclopride      | 0,1996 $\pm$ 0,02 | 0,1841 $\pm$ 0,09 | 0,1918 $\pm$ 0,4 b |
| Testemunha         | 0,8738 $\pm$ 0,2  | 0,5593 $\pm$ 0,14 | 0,7165 $\pm$ 1,4 a |
| Média              | 0,4329 $\pm$ 0,08 | 0,3641 $\pm$ 0,05 |                    |

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si. Letras minúsculas correspondem ao tratamento.

## 5 CONCLUSÃO

- Os efeitos de inseticidas sobre a mortalidade e alimentação de *D. maidis* variam com o tipo de aplicação e a população do inseto em quase todos os casos;
- Os inseticidas tiametoxam e imidaclopride em tratamento de sementes apresentam alta eficácia de controle (>80%) sobre as duas populações estudadas;
- Os inseticidas avaliados em aplicação foliar (imidaclopride, metomil e lambda-cialotrina) foram menos eficazes e de ação mais lenta que o tratamento de sementes, demandando 5 dias de exposição para uma eficácia (<80%);
- As duas populações de *D. maidis* diferem quanto ao efeito da pulverização com lambda-cialotrina nas primeiras 24 h de exposição, que foi mais letal à população de Jardinópolis;
- Os inseticidas tiametoxam e imidaclopride em tratamento de sementes reduzem a taxa de alimentação de *D. maidis*. Em aplicação foliar, há redução na alimentação do inseto por imidaclopride e metomil apenas na população de Jardinópolis.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. The Value of the Dry Substitutes for Liquid Lime. **Journal of Economic Entomology**, [s. l.], v. 18, p. 265–267, 1925.

AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em 19/05/2018.

ALBUQUERQUE, F. A.; BORGES, L. M.; IACONOT, T.O.; CRUBELATI, N. C. S.; SINGER, A. C. Eficiência de inseticidas aplicados em tratamento de sementes e em pulverização, no controle de pragas iniciais do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 05, n.1, p. 15-25 2006.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, safra 2017/2018**. Oitavo levantamento, maio de 2018. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 18 maio 2018.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, safra 2018/2019**. Quarto levantamento, janeiro de 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 14 janeiro 2019.

GALLO, D et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002, 920p.

MARTINS, G. TOSCANO, C. TOMQUELSKI, G. MARUYAMA, W. I. Eficiência de inseticidas no controle de *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) na cultura do milho. **Revista Caatinga**. 21 p. 2008.

MORAL RA, HINDE J, DEMÉTRIO CGB (2017). “Half-Normal Plots and Overdispersed Models in R: The hnp Package.” *Journal of Statistical Software*, \*81\*(10), 1-23. doi: 10.18637/jss.v081.i10 (URL: <http://doi.org/10.18637/jss.v081.i10>).

NAULT, L.R. Maize bushy stunt and corn stunt: a comparison of disease symptoms, pathogen host ranges, and vectors. *Phytopathology*, St. Paul, v.70, n. 7, p. 659-662, 1980.

OLIVEIRA, C. M.; OLIVEIRA, E.; CANUTO, M; CRUZ, I. Eficiência de inseticidas em tratamento de sementes de milho no controle da cigarrinha *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) em viveiro telado. **Ciência Rural**, Santa Maria , v. 38, n. 1, p. 231-235, Fev.2008.

OLIVEIRA, C.M.; SABATO, E.O. **Doenças em milho: insetos-vetores, mollicutes e vírus**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2017. 278, 271 p.

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**, n. 3, p. 297–303, 2007. b. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v42n3/01.pdf>>. Acesso em: 18 de jul. 2019.

OLIVEIRA, E. de; CARVALHO, R.V.; DUARTE, A.P.; ANDRADE, R.A.; RESENDE, R.O.; OLIVEIRA, C.M. de; RECCO, P.C. Mollicutes e vírus em milho na safrinha e na safra de verão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, p.38-46, 2002

RIBEIRO, S. S. CULTURA DO MILHO NO BRASIL. **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza, ano MMXIV, Nº. 000049, 05/03/2014. Disponível em:<https://semanaacademica.org.br/artigo/cultura-do-milho-no-brasil>. Acesso em: 01/07/2018.

SABATO, E.O. Enfezamentos do milho. In: OLIVEIRA, C.M. de; SABATO, E.O. **Doenças em milho: insetos-vetores, mollicutes e vírus**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2017. p. 12-24.

SILVA, L. D. et al. Monitoramento da Suscetibilidade a Inseticidas em Populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 1, p. 116-125, jan./fev. 2009.

TORSTEN HOTHORN, FRANK BRETZ AND PETER WESTFALL (2008). Simultaneous Inference in General Parametric Models. *Biometrical Journal* 50(3), 346-363.

USDA - United States Department of Agriculture. **8º Levantamento do USDA da safra 2018/19**. Disponível em: <[www.fiesp.com.br](http://www.fiesp.com.br)>. Acesso em: 09 de janeiro de 2019.

WAQUIL, J. M. (1997) Amostragem e abundância de cigarrinhas e danos de *Dalbulus maidis* (DeLong e Wolcott) (Homoptera: Cicadellidae) em plântulas de milho. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v. 26, n. 1, p. 27-33.

WAQUIL, J. M. **Cigarrinha-do-milho: vetor de mollicutes e vírus**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 41). 2004.