

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

Eficácia de inseticidas no controle de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott)
(Hemiptera: Cicadellidae) e da transmissão de espiroplasma do milho

Camila Haddad Silveira

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2019

Camila Haddad Silveira
Engenheira Agrônoma

Eficácia de inseticidas no controle de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera:
Cicadellidae) e da transmissão de espiroplasma do milho
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

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

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Silveira, Camila Haddad

Eficácia de inseticidas no controle de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) e da transmissão de espiroplasma do milho / Camila Haddad Silveira. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2019.

76 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Enfezamento do milho 2. Inseto vetor 3. Cigarrinha-do-milho 4. Controle químico 5. Tratamento de semente 6. Pulverização foliar I. Título

DEDICATÓRIA

Dedico
Ao Camillo Haddad, meu grande avô

AGRADECIMENTOS

A vida é uma caixinha de mistério, não esperava chegar até aqui e muito menos viver coisas que nunca imaginei que houvesse. Pensei várias vezes em desistir e seguir caminhos mais fáceis, mas graças a Deus consegui ver o outro lado. Convivi com pessoas que só conhecia pelas referências bibliográficas, escutei histórias sensacionais, presenciei cenas inacreditáveis e perdi pessoas que pensei que fossem imortais. Isso tudo só foi possível pela pós-graduação.

Não foi nada fácil concluir essa etapa, muitas coisas foram vivenciadas que não gosto e não quero nem lembrar. Conheci muitas pessoas boas, mas também conheci muitas maldosas, que passaram por cima de qualquer um para conseguir o que queria. “Será que os fins justificam os meios? (MAQUIAVEL, 2004)”. Descobri o verdadeiro significado das pedras no meio do caminho. Por mais que isso tenha sido desagradável, por um outro lado foi bom, aprendi muito com cada pedregulho que tive que destruir.

Por isso, agradeço cada milho contaminado, cada sintoma de enfezamento pálido, cada tonelada de solo preparado semanalmente, cada bolha estourada nas mãos pela enxada, cada roxo na canela dos tropeços na carriola, cada ninfa de cigarrinha sugada, cada pedaço da córnea que perdi varrendo o laboratório, cada capivara que comeu meu experimento, cada gaiola aberta indeciframente, cada vaso transportado de um lado ao outro e a cada grão de milho semeado diariamente.

Metaforicamente comparo minha vida com o preço da saca de milho, tem épocas que está com uma ótima cotação e em outras que despenca, porém há pessoas que percebem e fazem com que a valorização seja alcançada. E são essas pessoas que eu sou imensamente grata. As palavras são poucas para delinear a importância de estarem ao meu lado por todo o decurso. A rota foi realizada mais facilmente com essas pessoas próximas a mim. Fui ajudada por seres que jamais esperava e isso me fez valorizar mais cada experiência vivida.

Aliás, preciso agradecer a Empresa Corteva Agriscience por todo o auxílio, pela ajuda de toda a equipe e por ter me dado a oportunidade da minha vida, o estágio realizado em 2016. Sem essas ajudas eu não teria chegado até aqui, por isso, a elas minha eterna gratidão.

E assim eu me despeço do mestrado, com lágrimas nos olhos, mas com o coração agradecido e as malas cheias de histórias para contar. Caso me perguntem se valeu a pena esse caminho escolhido, responderei que valeu cada passo, cada obstáculo e cada conquista.

“Mares calmos não fazem bons marinheiros”

Provérbio Inglês

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	11
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1. Cultura do milho	17
2.2. Cigarrinha-do-milho	18
2.3. Manejo da cigarrinha-do-milho	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1. Obtenção de plantas de milho e da cigarrinha <i>D. maidis</i>	23
3.2. Efeito de inseticidas e estádios fenológicos do milho sobre a mortalidade de adultos de <i>D. maidis</i> sadios	24
3.2.1. Inseticidas em tratamento de sementes	24
3.2.2. Inseticidas em pulverização foliar.....	26
3.3. Efeito de inseticidas sobre a taxa de alimentação de adultos de <i>D. maidis</i>	27
3.3.1. Obtenção de plantas pulverizadas com diferentes produtos químicos	27
3.3.2. Obtenção de sementes tratadas com diferentes produtos químicos.....	27
3.3.3. Avaliação da taxa de ingestão de seiva do floema	28
3.4. Efeito de inseticidas e estádios fenológicos do milho sobre a mortalidade de adultos de <i>D. maidis</i> infectados com <i>Spiroplasma kunkelii</i>	29
3.4.1. Obtenção de plantas-fontes de <i>S. kunkelii</i>	29
3.4.2. Obtenção de insetos infectados com <i>S. kunkelii</i>	30
3.4.3. Inseticidas em tratamento de sementes	30
3.4.4. Inseticidas em pulverização foliar.....	30
3.4.5. Interferência na transmissão de <i>S. kunkelii</i> por inseticidas	31
3.5. Análise estatística	31
4. RESULTADOS	33
4.1. Efeito de inseticidas e estádios fenológicos do milho sobre a mortalidade de adultos de <i>D. maidis</i> sadios	33
4.1.1. Inseticidas em tratamento de sementes	33
4.1.2. Inseticidas em pulverização foliar.....	36
4.2. Efeitos de inseticidas sobre a taxa de alimentação de <i>D. maidis</i>	39
4.2.1. Em plantas pulverizadas com inseticidas	39
4.2.2. Em plantas de milho que receberam tratamento de sementes	40
4.3. Efeito de tratamento de sementes e de estádios fenológicos do milho sobre a mortalidade de cigarrinhas infectadas com <i>S. kunkelii</i>	41
4.3.1. Inseticidas em tratamento de sementes	41
4.3.2. Inseticidas em pulverização foliar.....	44
4.3.3. Interferência na transmissão de <i>S. kunkelii</i> por inseticidas	47
5. DISCUSSÃO.....	51
6. CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS	58

RESUMO

Eficácia de inseticidas no controle de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) e da transmissão de espiroplasma do milho

A cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), tem aumentado sua população e se tornado um desafio para o manejo de pragas na cultura do milho como vetor de bactérias e vírus fitopatogênicos. Esta pesquisa se propõe a entender como o controle químico pode ser utilizado no manejo da cigarrinha, de modo a reduzir a incidência do enfezamento pálido do milho, causado por *Spiroplasma kunkelii*. Assim, realizaram-se experimentos para avaliar a eficácia de vários inseticidas em tratamento de sementes (tiametoxam, clorantraniliprole, imidacloprido + tiodicarbe, clotianidina) e em pulverizações foliares (tiametoxam; imidacloprido; clorpirifós; tiametoxam + lambda-cialotrina; imidacloprido + beta-ciflutrina; metomil; lambda-cialotrina + sulfoxaflor) no controle de cigarrinhas sadias em sucessivos estádios fenológicos do milho (V2 a V6). Além disso, investigaram-se os efeitos dos inseticidas tiametoxam, clorantraniliprole e clotianidina, em tratamento de sementes e de clorpirifós, tiametoxam + lambda-cialotrina e metomil, em pulverizações foliares, sobre o controle de adultos de *D. maidis* infectados com *Spiroplasma kunkelii* e na transmissão desse patógeno, nos mesmos estádios fenológicos do milho. Os insetos sadios ou infectados foram confinados sobre as plantas tratadas (10 adultos por planta; 10 plantas por tratamento, incluindo testemunha – sem inseticida) no interior de gaiolas de acetato tubulares, contando-se os insetos vivos e mortos após 24, 72 e 120 h da infestação. Dois meses depois da retirada dos insetos infectados, as plantas foram avaliadas quanto a sintomas do enfezamento pálido para verificar a ocorrência de transmissão de *S. kunkelii*. Além disso, 10 adultos sadios de *D. maidis* foram confinados por 24 h na 2ª folha totalmente expandida das plantas de milho tratadas com os inseticidas (10 plantas no estágio V2 por tratamento, incluindo testemunha – sem inseticida), por meio de gaiolas plásticas circulares de poliestireno contendo papel filtro para reter as gotas de “honeydew” excretadas pelas cigarrinhas; em seguida, o papel foi corado com ninhidrina para avaliação da área de excreção, como medida indireta da alimentação dos insetos. Os resultados mostraram que inseticidas em tratamento de sementes são mais eficazes no controle de *D. maidis* nos primeiros estádios da cultura, a partir de 72 h de exposição de insetos às plantas tratadas, havendo decréscimo na eficácia com o desenvolvimento vegetativo do milho. Inseticidas em pulverização foliar tiveram baixa eficácia no controle de adultos de *D. maidis*, mas reduziram a alimentação deste inseto vetor e a taxa de transmissão de *S. kunkelii*. Portanto, o tratamento de sementes com inseticidas, complementado com aplicações em cobertura em estágios vegetativos mais avançados, pode reduzir a disseminação de *S. kunkelii* por *D. maidis* e contribuir para a redução de perdas na produção de milho pelo enfezamento pálido.

Palavras-chave: Enfezamento do milho, Inseto vetor, Cigarrinha-do-milho, Controle químico, Tratamento de semente, Pulverização foliar

ABSTRACT

Efficacy of insecticides in the control of *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) and corn stunt spiroplasma transmission

The corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), has increased its population and has become a challenge for pest management in Brazilian maize crops, as a vector of phytopathogenic bacteria and viruses. This research aims to understand how chemical control can be used in leafhopper management in order to reduce the incidence of corn stunt caused by *Spiroplasma kunkelii*. Thus, experiments were conducted to evaluate the efficacy of various insecticides in seed treatment (thiamethoxam, chlorantraniliprole, imidacloprid + thiodicarb, clotianidinha) and in foliar sprays (thiamethoxam; imidacloprid; chlorpyrifos; thiamethoxam + lambda-cyhalothrin + imidaclopyrrine + imidacloprid; ; methomyl; lambda-cyhalothrin + sulfoxaflor) in the control of healthy leafhoppers in successive phenological stages of maize (V2 to V6). In addition, the effects of the insecticides thiametoxam, chlorantraniliprole and clotianidine on seed and chlorpyrifos, thiametoxam + lambda-cyhalothrin and metomil treatment on foliar sprays were investigated on the control of *D. maidis* adults infected with *Spiroplasma kunkelii* and on transmission of this pathogen at the same phenological stages of maize. Healthy or infected insects were confined on the treated plants (10 adults per plant; 10 plants per treatment, including control - no insecticide) inside tubular acetate cages, and the live and dead insects were counted after 24, 72 and 120 h from the infestation. Two months after the removal of the infected insects, the plants were evaluated for symptoms of pale corn stunt to verify the occurrence of *S. kunkelii* transmission. In addition, 10 healthy *D. maidis* adults were confined for 24 h on the 2nd fully expanded leaf of insecticide-treated maize plants (10 plants at stage V2 per treatment including control - no insecticide) by circular polystyrene cages containing filter paper to hold honeydew droplets excreted by leafhoppers; the paper was then stained with ninhydrin to evaluate the excretion area as an indirect measure of insect feeding. The results showed that insecticides in seed treatment are more effective in controlling *D. maidis* at the early stages of the crop, after 72 h of insect exposure to the treated plants, with decreasing effectiveness along the vegetative development of corn. Leaf spray insecticides had low efficacy in controlling *D. maidis* adults, but they reduced the feeding of this insect vector and the transmission rate of *S. kunkelii*. Therefore, seed treatment with insecticides, complemented with leaf spraying at more advanced vegetative stages, may reduce the spread of *S. kunkelii* by *D. maidis* and contribute to a mitigation of corn yield losses by corn stunt.

Keywords: Corn stunt, Insect vector, Corn leafhopper, Chemical control, Seed treatment, Leaf spraying

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Eficácia média (\pm EPM) de controle dos adultos sadios de *Dalbulus maidis* por diferentes tratamentos de sementes com inseticidas, após 24, 72 e 120 h de confinamento sobre plantas de milho (10 adultos sadios por planta; n = 10 plantas) em sucessivos estádios fenológicos (V2-V6). A eficácia foi calculada pela fórmula de Abbott: $E\% = ((IT-it) / IT) \times 100$, onde $E\%$ = Porcentagem de eficácia; IT = número médio de insetos vivos no tratamento sem inseticida; it = número médio de insetos vivos no tratamento com inseticida 35
- Figura 2. Eficácia média (\pm EPM) de controle dos adultos sadios de *Dalbulus maidis* pulverizados com diferentes tratamentos inseticidas, após 24, 72 e 120 h de confinamento dos insetos sobre plantas de milho (10 adultos sadios por planta; n = 10 plantas) em sucessivos estádios fenológicos (V3-V6). A eficácia foi calculada pela fórmula de Abbott: $E\% = ((IT-it) / IT) \times 100$, onde $E\%$ = Porcentagem de eficácia; IT = número médio de insetos vivos no tratamento sem inseticida; it = número médio de insetos vivos no tratamento com inseticida 38
- Figura 3. Área de excreção (corada de ninhidrina) produzida por grupos de 10 adultos sadios de *Dalbulus maidis* após 24 h de confinamento em plantas de milho pulverizadas com diferentes inseticidas (n=10 plantas por tratamento). Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 1% (F=91,07; G.L.=7; P=<0,001) 39
- Figura 4. Área de excreção (corada de ninhidrina) produzida por grupos de 10 adultos sadios de *Dalbulus maidis* após 24 h de confinamento em plantas de milho cuja sementes foram tratadas com diferentes inseticidas (n=10 plantas por tratamento). Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 1% (F=81,7223; G.L.=4; P=<0,001) 40
- Figura 5. Eficácia média (\pm EPM) de controle de adultos de *Dalbulus maidis*, infectados com *Spiroplasma kunkelii*, por diferentes tratamentos de sementes com inseticidas, após 24, 72 e 120 h de confinamento dos insetos sobre plantas de milho (10 adultos por planta; n = 10 plantas) em sucessivos estádios fenológicos (V2-V6). A eficácia foi calculada pela fórmula de Abbott: $E\% = ((IT-it) / IT) \times 100$, onde $E\%$ = Porcentagem de eficácia; IT = número médio de insetos vivos no tratamento sem inseticida; it = número médio de insetos vivos no tratamento com inseticida 43
- Figura 6. Eficácia média (\pm EPM) de controle de adultos de *Dalbulus maidis* infectivos com *Spiroplasma kunkelii* por diferentes tratamentos de sementes com inseticidas, após 24, 72 e 120 h de confinamento dos insetos sobre plantas de milho (10 adultos por planta; n = 10 plantas) em sucessivos estádios fenológicos (V2-V6). A eficácia foi calculada pela fórmula de Abbott: $E\% = ((IT-it) / IT) \times 100$, onde $E\%$ = Porcentagem de eficácia; IT = número médio de insetos vivos no tratamento sem inseticida; it = número médio de insetos vivos no tratamento com inseticida 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Inseticidas utilizados em tratamentos de sementes (formulação suspensão concentrada) para o controle de <i>Dalbulus maidis</i> em milho	25
Tabela 2. Estádios fenológicos das plantas de milho utilizadas no experimento	25
Tabela 3. Tratamentos inseticidas utilizados na aplicação foliar para o controle de <i>Dalbulus maidis</i> na cultura do milho	26
Tabela 4. Resultados de análises de variância de dados de mortalidade de adultos sadios de <i>Dalbulus maidis</i> após 24, 72 e 120 h de confinamento sobre plantas de milho em sucessivos estádios fenológicos, que foram previamente submetidas a tratamentos de sementes com inseticidas	34
Tabela 5. Número médio (\pm EPM) de adultos de <i>Dalbulus maidis</i> mortos após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas de milho em sucessivos estádios fenológicos, cujas sementes foram tratadas com diferentes inseticidas	34
Tabela 6. Resultados de análises de variância de dados de mortalidade de adultos sadios de <i>Dalbulus maidis</i> após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas de milho pulverizadas com diferentes tratamentos inseticidas em sucessivos estádios fenológicos.....	37
Tabela 7. Número médio (\pm EPM) de adultos de <i>Dalbulus maidis</i> mortos após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas de milho pulverizadas com diferentes inseticidas em sucessivos estádios fenológicos	37
Tabela 8. Resultado de análises de variância de dados de mortalidade de adultos de <i>Dalbulus maidis</i> infectados com <i>Spiroplasma kunkelii</i> após 24, 72 e 120 h de confinamento sobre plantas de milho em sucessivos estádios fenológicos (V), que foram previamente submetidas a tratamento de sementes com inseticidas (T).....	42
Tabela 9. Número médio (\pm EPM) de adultos de <i>Dalbulus maidis</i> infectados com <i>Spiroplasma kunkelii</i> mortos após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas de milho em sucessivos estádios fenológicos, cujas sementes foram tratadas com diferentes inseticidas	42
Tabela 10. Resultados de análises de variância de dados de mortalidade de adultos de <i>Dalbulus maidis</i> infectados com <i>Spiroplasma kunkelii</i> após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas de milho pulverizadas com diferentes tratamentos inseticidas em sucessivos estádios fenológicos.....	45
Tabela 11. Número médio (\pm EPM) de adultos de <i>Dalbulus maidis</i> infectados com <i>Spiroplasma kunkelii</i> mortos após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas de milho pulverizadas com diferentes inseticidas em sucessivos estádios fenológicos.....	45
Tabela 12. Teste de Qui-Quadrado ($\alpha = 0,01$) para o número de plantas que apresentaram sintomas de enfezamento pálido após exposição a cigarrinhas infectadas por <i>Spiroplasma kunkelii</i> em sucessivos estádios fenológicos, nos tratamentos com e sem pulverização com inseticida.....	47
Tabela 13. Número de plantas que desenvolveram sintomas de enfezamento pálido após pulverização foliar com inseticida e subsequente exposição aos adultos de <i>Dalbulus maidis</i> infectados com <i>Spiroplasma kunkelii</i> em sucessivos estádios fenológicos	48

Tabela 14. Número de plantas que desenvolveram sintomas de enfezamento pálido após tratamento de sementes com inseticidas e exposição aos adultos de *Dalbulus maidis* infectados com *Spiroplasma kunkelii* em sucessivos estádios fenológicos..... 49

1. INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações na agricultura está ligada às pragas, devido aos danos significativos que estas causam na produção, ocasionando perdas nas qualidades dos produtos, aumento nos custos e preço de venda. Estudos mostram que os insetos podem reduzir um quinto da produção mundial de alimentos (SALLAM, 2001; SAVARY et al., 2019).

Alguns tipos de pragas, além de acarretarem danos diretos com a sua alimentação, podem causar danos indiretos como a transmissão de fitopatógenos. Essas pragas, conhecidas como vetores, disseminam agentes causadores de doenças em diversas plantas cultivadas, tais como nematoides, bactérias, protozoários, vírus e fungos. Embora existam relatos de transmissão por vários grupos de insetos e ácaros (CLARK, 1982; PURCELL; ALMEIDA, 2016), a maioria dos vetores de importância agrícola no Brasil pertencem à ordem Hemiptera, com destaque para afídeos, moscas-brancas, psílídeos e cigarrinhas. Considerando as principais “commodities” do país, a cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) tem se tornado um desafio no manejo na cultura do milho pela transmissão de bactérias e vírus fitopatogênicos.

A cigarrinha-do-milho é uma das principais pragas do milho, e sua população vem aumentando bastante nos últimos anos em quase todo o território brasileiro (OLIVEIRA et al., 2013). Com o cultivo do milho irrigado e com produção em duas safras ao ano (1ª e 2ª safra) a multiplicação do inseto é favorecida, uma vez que a cigarrinha encontra seu hospedeiro praticamente no ano inteiro. Porém, seu pico populacional ocorre durante a segunda safra de milho, no período de fevereiro a abril na região sudeste do Brasil (OLIVEIRA et al., 2015).

Com o aumento populacional da cigarrinha nas lavouras, aumenta também a incidência das doenças causadas por fitopatógenos transmitidos por este inseto vetor, tais como a virose conhecida como risca do milho, e os enfezamentos vermelho e pálido. A virose é causada pelo agente etiológico “Maize rayado fino vírus” (MRFV) que coloniza os vasos floemáticos causando pontos cloróticos na parte adaxial do limbo foliar, que formam riscas longitudinais com o desenvolvimento da doença. Os enfezamentos estão associados a bactérias sem parede celular pertencentes a classe *Mollicutes*. O “maize bushy stunt phytoplasma” (MBSP) está associado ao enfezamento vermelho, multiplicando-se no floema de plantas de milho, e em tecidos do inseto vetor. A primeira evidência da infecção por este

patógeno é o amarelecimento nas pontas das folhas novas, manchas vermelhas marginais nas folhas mais velhas, redução no porte e perfilhamento das plantas (NAULT, 1980).

O enfezamento pálido é provocado pela bactéria *Spiroplasma kunkelii* (Whitcomb) (“corn stunt spiroplasma”-CSS), que coloniza os vasos do floema de plantas de milho, provocando desbalanço nutricional e comprometendo algumas vias metabólicas (OLIVEIRA et al., 2002b), induzindo o aparecimento de estrias brancas desuniformes da base ao ápice das folhas mais novas, redução do porte, proliferação e mal desenvolvimento das espigas (SABATO et al., 2018). Condições climáticas, híbridos suscetíveis, época de semeadura, milho irrigado, o aumento das áreas produtoras da cultura, milho tiguera como fonte do inóculo, entre outros fatores, podem condicionar a incidência dessas doenças no campo (SABATO, 2017). A cigarrinha *D. maidis*, ao nutrir-se dos vasos floemáticos de uma planta infectada, adquire a bactéria, e esta, ao passar pelo epitélio do mesêntero, multiplica-se em vários tecidos do inseto até chegar na glândula salivar. O inseto vetor, ao se alimentar do floema da planta, transmite o patógeno via salivação (BOVÉ et al., 2003; ÖZBEK et al., 2003) em um curto intervalo de tempo (ALIVIZATOS; MARKHAM, 1986; LEGRAND; POWER, 1994).

Devido à importância como vetor de fitopatógenos, a cigarrinha-do-milho precisa ser controlada logo nos primeiros dias da cultura, pois, estudos mostram que a inoculação dos mollicutes em plântulas causam danos mais severos (HRUSKA; PERALTA, 1997). Há casos de sucesso do uso de inseticidas para controle de vetores, buscando-se prevenir a transmissão de fitopatógenos. Gouvêa et al. (2017) relatam que o tratamento com ciantraniliprole reduziu em 94,5% a infecção de “Tomato severe rugose vírus” (ToSRV), que é transmitido por mosca-branca em tomateiro. Analogamente, Castle et al. (2017) mostraram que flupiradifurona, tiametoxam e dinotefuran podem proteger plantas de melão contra a transmissão de “Curcubit yellow stunting disorder vírus” (CYSDV) por mosca-branca. Porém, pouco se sabe sobre a interferência de inseticidas na transmissão dos mollicutes pela cigarrinha-do-milho, sendo necessários mais investigações a respeito desse assunto.

A despeito da importância crescente da cigarrinha-do-milho e dos patógenos transmitidos por este inseto vetor, são escassas as informações que possam sustentar um manejo adequado deste patossistema nas lavouras de milho. Mais estudos são necessários para a resolução de tais problemas, como por exemplo, sobre fatores que interferem na transmissão, momento ideal para a entrada com medidas de controle do vetor, condições

que alteram o comportamento alimentar do inseto e o impacto final na produtividade com a redução da transmissão dos patógenos.

Diante disso, o presente trabalho se propõe a entender como as aplicações foliares de inseticidas, assim como os tratamentos de sementes, podem ser utilizados no manejo da cigarrinha-do-milho, de modo a reduzir a incidência do enfezamento pálido do milho. Assim, realizaram-se experimentos para avaliar a eficácia de inseticidas de diferentes grupos químicos, aplicados via pulverização ou tratamento de sementes, no controle de cigarrinhas sadias ou infectadas com o espiroplasma do milho, bem como na redução da alimentação do inseto e transmissão do patógeno.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultura do milho

O milho é um dos mais antigos alimentos consumidos no mundo (RANUM; PEÑA-ROSAS; GARCIA-CASAL, 2014; SMITH, 2002). No entanto, antes do descobrimento do continente Americano, este vegetal era totalmente desconhecido na Europa e na Ásia (BEADLE, 1980). Atualmente, sua produção ultrapassa a fronteira de origem e tem alcance mundial, devido à importância que vai além da alimentação (MARTINEZ HERNANDEZ; NG, 2018).

O seu cultivo contribui significativamente para o desenvolvimento econômico de grandes países, sendo utilizado como matérias-primas para a produção de etanol (OLESKOWICZ-POPIEL et al., 2008), na produção de xaropes adoçantes de alimentos e bebidas (HANOVER; WHITE, 1993), na alimentação tanto do homem quanto de diversos animais (DELGADO, 2003).

Segundo estimativa do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, USDA, (2019) a produção mundial de milho, safra 2019/20, será de 1.099,19 milhões de toneladas em uma área estimada de 191,89 milhões de hectares, correspondendo a 79% de toda a produção de grãos. O Brasil produzirá 101 milhões de toneladas em 18,1 milhões de hectares, sendo um dos maiores produtores desta “commodity”, perdendo apenas para os Estados Unidos e China, nas quais terão produção aproximada de 347,49 e 254 milhões de toneladas, respectivamente. Na safra brasileira de 2018/19 foram colhidos 98,504 milhões de toneladas em 13,996 milhões de hectares, sendo o estado do Mato Grosso responsável por 31,7% de toda a produção (CONAB, 2019).

O Brasil possui condições edafoclimáticas que contribuem para o cultivo do milho em diversas regiões o ano todo. Porém a produção enfrenta alguns problemas fitossanitários que prejudicam o rendimento da cultura, como por exemplo: cercosporiose (*Cercospora zae-maydisi* Tehon & E. Y. Danils), helmintosporiose (*Exserohilum turcicum* [Pass] Leonard & Suggs), mancha-branca (*Pantoea ananatis*), ferrugem polissora (*Puccinia polysora* Underw), ferrugem comum (*Puccinia sorghi* Schwein), ferrugem branca ou tropical (*Physopella zae* [Mains] Cummins & Ramachar), antracnose (*Colletotrichum graminicola*), enfezamento vermelho e pálido (fitoplasma e *Spiroplasma kunkelii*), lagarta-do-cartucho

(*Spodoptera frugiperda* [JE Smith]), lagarta-da-espiga (*Helicoverpa armigera* [Hubner]), broca-do-colo (*Elasmopalpus lignosellus* [Zeller]), larva-alfinete (*Diabrotica speciosa* [Germar]), pervevejo-barriga-verde (*Dichelops melacantus* [Dallas]), pulgão-do-milho (*Rhopalosiphum maidis* [Fitch]), capim-arroz (*Echinochloa crusgalli* [L.]), capim-colchão (*Digitaria horizontalis* Willd), capim-rabo-de-raposa (*Setaria faberi*), dormideira (*Mimosa invisa* Mart), corda-de-viola (*Ipomoea* sp.), trapoeraba (*Commelina* sp.), entre outros (KARAM; MELHORANÇA; OLIVEIRA, 2006; WORDELL FILHO et al., 2016)

Estudos revelam estimativas potenciais das perdas ocasionadas por pragas (roedores, pássaros, aracnídeos e insetos), patógenos (vírus, bactéria e fungo) e plantas daninhas de aproximadamente 15,9%, 9,4% e 40,3%, respectivamente (OERKE, 2006). Deutsch et al. (2018) comprovaram, em levantamentos realizados, que as perdas causadas por insetos em lavouras de milho são diretamente proporcionais ao aumento de temperatura, ou seja, a cada 2°C a mais, os danos elevam em 31%.

2.2. Cigarrinha-do-milho

A cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), tem distribuição geográfica restrita ao continente americano, sendo relatada no sul da América do Norte, América Central e América do Sul. O México é considerado o centro de origem deste inseto, pelo fato de suas plantas hospedeiras, pertencentes aos gêneros *Zea* e *Tripsacum*, compartilharem a mesma origem (NAULT, 1983; NAULT; DELONG, 1980; SANTANA et al., 2019; TRIPLEHORN; NAULT, 1985).

Este inseto tem tamanho em torno de 3,7 a 4,3 mm, sendo os machos menores do que as fêmeas; coloração amarela pálida, sendo que em altas altitudes sua coloração é mais escura do que em locais mais baixos; dois pontos negros na parte anterior da cabeça, que muitas vezes são confundidos com os olhos compostos; antenas setácea e aparelho bucal do tipo sugador tetraqueta (NAULT; DELONG, 1980; OLIVEIRA et al., 2004; TRIPLEHORN; NAULT, 1985; ZURITA V.; ANJOS; WAQUIL, 2006).

A cigarrinha, ao atingir maturidade sexual, realiza postura do tipo endofítica, nas plantas hospedeiras, onde os ovos são depositados dentro do tecido vegetal (HEADY; MADDEN; NAULT, 1985; HEADY; NAULT, 1984). Após a postura, o desenvolvimento embrionário transcorre por aproximadamente 12 dias dependendo da temperatura. Em

seguida, ocorre a eclosão da ninfa que passa por 5 instares, com duração média de 3 dias cada, até se tornar adulto. Sua longevidade pode chegar até 79 dias em temperaturas de $26,5\pm 2^{\circ}\text{C}$ e com $47,5\pm 7,5\%$ de umidade relativa em 12 h de luz (DAVIS, 1966; VAN NIEUWENHOVE; FRÍAS; VIRLA, 2016; WAQUIL et al., 1999).

Os levantamentos realizados no Brasil mostram que as cigarrinhas-do-milho foram encontradas em quase todo o território brasileiro, com exceção da região Norte onde ainda não há registros (OLIVEIRA; LOPES; NAULT, 2013; OLIVEIRA et al., 2007a, 2013; SANTANA et al., 2019). Ao se estabelecer nas lavouras de milho primeira safra, a população de *D. maidis*, nos meses de fevereiro a abril, é mais elevada do que em outras épocas do ano, como por exemplo, no inverno, na qual a população é reduzida (LARSEN; NAULT; MOYA-RAYGOZA, 1992; WAQUIL, 1997). Apesar das baixas temperaturas e tempo seco no inverno, ainda é possível encontrar a cigarrinha. Isso ocorre devido à migração deste inseto para locais onde é realizado o cultivo de segunda safra, cultivo irrigado e milhos remanescentes de colheitas anteriores (OLIVEIRA; LOPES; NAULT, 2013). Os danos diretos dessa cigarrinha causados pela sucção de seiva dos vasos do floema das plantas não possuem tanta relevância a importância dessa espécie deve-se principalmente a transmissão de fitoplasma, espiroplasma e do vírus da risca do milho (MARAMOROSCH; RAYCHAUDHURI, 1988; NAULT, 1980), sendo uma praga chave na cultura do milho.

2.3. Espiroplasma

Os espiroplasmas são bactérias com formato helicoidal que não possuem parede celular (RAZIN; YOGEV; NAOT, 1998; WHITCOMB et al., 1986), colonizam os vasos do floema e tecidos de alguns artrópodes de diferentes ordens (Hemiptera; Coleoptera; Hymenoptera; Diptera) (CLARK, 1982). Estudos mostram que seu genoma reduzido (0,5 a 2,0 Mbp) é resultado da evolução reductiva de bactérias Gram-positivas que perderam parte do seu material genético. Diante disso, algumas vias metabólicas foram comprometidas necessitando de um hospedeiro para o fornecimento de nutrientes para a sua sobrevivência (CARLE et al., 2009; CLARK et al., 1985; MOUCHES et al., 1983; OSHIMA et al., 2004; REGASSA; GASPARICH, 2006; WILLIAMSON et al., 1998; WOESE, 1987). Alguns trabalhos revelam que estes microrganismos podem trocar informações genéticas por transferência

horizontal com outros indivíduos, contribuindo também com a sua adaptabilidade (CITTI et al., 2018; TSAI; CHANG; KUO, 2018).

Um experimento realizado com *Spiroplasma citri*, Chang (1998) mostrou que este fitopatógeno alterou as concentrações de auxina e citocianina presentes em plantas infectadas, comprometendo o desenvolvimento do vegetal, uma vez que estes hormônios são fundamentais para vários processos metabólicos. Gaurivaud et al. (2000) demonstram que os carboidratos, presente no floema, são fontes nutricionais para o *S. citri*, sendo que não ocorrem sintomas diagnósticos da doença na ausência destes açúcares.

Uma outra espécie bastante preocupante nas lavouras do Brasil é o *Spiroplasma kunkelii* (WHITCOMB et al., 1986), uma vez que seus hospedeiros, *D. maidis* e milho, são encontrados praticamente o ano inteiro em várias regiões do país (CHEN; LIAO, 1975; GUSSIE; FLETCHER; CLAYPOOL, 1995; KINTAJIMA; COSTA, 1972; WHITCOMB et al., 1986). Este patógeno ao colonizar os vasos floemáticos das plantas, acarreta doença conhecida como enfezamento-pálido (“corn stunt” - CS), provocando sintoma de manchas cloróticas iniciadas na base que se estende por todo o limbo foliar, encurtamento do entrenó, proliferação e malformações das espigas (CHEN; LIAO, 1975; HRUSKA; PERALTA, 1997; NAULT, 1980). As manifestações da doença são mais drásticas quando a inoculação ocorre em plantas nos primeiros dias após a germinação (HRUSKA; PERALTA, 1997).

A aquisição do fitopatógeno pela cigarrinha-do-milho pode ocorrer logo nas 0,25 h de alimentação no tecido vegetal infectado, porém observa-se maiores eficiências de transmissão em períodos mais longos de acesso aquisição (ALIVIZATOS; MARKHAM, 1986). Ao adentrar o corpo do inseto, o espiroplasma circula e se multiplica por alguns órgãos e tecidos do intestino médio, túbulos de Malpighi, tecidos musculares, glândulas salivares, tecido adiposo, traqueia e órgãos reprodutivos, onde pode permanecer até a morte do inseto (AMMAR; HOGENHOUT, 2005; ÖZBEK et al., 2003). Após o estabelecimento de colônia nas glândulas salivares, que leva em média 20 dias (NAULT, 1980), o espiroplasma, junto com a saliva, é transferido para a planta via alimentação do floema pelo inseto, podendo acontecer a inoculação nos primeiros 60 minutos de nutrição floemática. (ALIVIZATOS; MARKHAM, 1986; BOVÉ et al., 2003; NAULT, 1997).

2.4. Manejo da cigarrinha-do-milho

Regiões que possuem temperatura médias entre 20 e 30°C durante todo o ano favorecem o desenvolvimento da *D. maidis*, concentrando-as nesses locais (VAN NIEUWENHOVE; FRÍAS; VIRLA, 2016). As mudanças climáticas que já estão acontecendo na Terra, poderão remanejar algumas pragas. Buscando compreender melhor estas futuras alterações, Santana et al. (2019) constataram que alguns locais, onde antes eram isentos da cigarrinha-do-milho se tornarão potenciais áreas para sua colonização, como por exemplo, África do Sul, Ásia e Oceania, nas quais terão condições ambientais apropriadas para a multiplicação desta praga. Neste sentido, estudos que visem medidas de controle do inseto ajudará a evitar sérios problemas no futuro.

Para o sucesso do controle das pragas, é preciso unir algumas ferramentas de manejo que possam contribuir com a redução dos danos provocados por estes insetos. O uso de cultivares resistente, tratos culturais, controle biológico e químico são medidas que se forem conduzidas corretamente podem auxiliar no manejo integrado da cigarrinha-do-milho.

D. maidis possui vários inimigos naturais que atacam todas as suas fases de desenvolvimento. Os parasitoides de ovos conhecidos são: *Ufens niger* (Ashmead) (Hymenoptera: Trichogrammatidae); *Anagrus nigriventris* Girault (Hymenoptera: Mymarridae); *Anagrus breviphragma* Soyka (Hymenoptera: Mymarridae); *Anagrus flavedus* Waterhouse (Hymenoptera: Mymarridae); *Polynema* sp. near *Polynema orientale* Girault (Hymenoptera: Mymarridae); *Polynema* sp. near *Polynema reticulatum* (Ogloblin) (Hymenoptera: Mymarridae); *Aphelinoidea semifuscipennis* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae); *Oligosita clarimaculosa* (Girault) (Hymenoptera: Trichogrammatidae); *Oligosita girault* Crawford (Hymenoptera: Trichogrammatidae); *Oligosita desantisi* Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae); *Paracentrobia tapajosae* Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae); *Pseudoligosita longifragiata* (Viggiani) (Hymenoptera: Trichogrammatidae); *Zagella nanula* De Santis (Hymenoptera: Trichogrammatidae); *Encarsia dalbulae* Polaszek e Luft Albarracim (Hymenoptera: Aphelinidae) (MOYA-RAYGOZA; TORRES-MORENO; TRIAPITSYN, 2017; TRIAPITSYN, 1997). Já os parasitoides de adultos e ninfas são: *Gonatopus bartletti* Olmi (Hymenoptera: Dryinidae); *Gonatopus moyaraygozai* Olmi (Hymenoptera: Dryinidae); *Gonatopus caraibicus* Olmi (Hymenoptera: Dryinidae); *Gonatopus moyaraygozai* Olmi 1991 (Hymenoptera: Dryinidae); *Anteon pilicorne* (Ogloblin);

(Hymenoptera: Dryinidae) (MOYA-RAYGOZA; TRUJILLO-ARRIAGA, 1993; VIRLA; ESPINOSA; MOYA-RAYGOZA, 2011; VIRLA; OLMÍ, 2007).

Alguns estudos foram feitos para o melhoramento genético do milho na tentativa de controlar a incidência dos enfezamentos transmitidos pela cigarrinha *D. maidis*, no entanto, mais investigações a respeito são necessárias. Neste sentido, Oliveira et al. (2002a) perceberam que a manifestação dos sintomas de *S. kunkelii* é diferente entre os cultivares. A resistência de alguns híbridos pode ser atribuída aos efeitos aditivos de alguns genes, provenientes do cruzamento de cultivares selecionados (SILVA et al., 2003). O monitoramento de plantas voluntárias (milho tiguera) é um trato cultural muito importante, uma vez que estas servem de abrigo aos insetos provenientes de lavouras recém colhidas (OLIVEIRA; LOPES; NAULT, 2013).

Uma outra ferramenta bastante frequente no manejo de pragas é o controle químico. Para reduzir a incidência da *D. maidis* e conseqüentemente diminuir a incidência das doenças causadas pela transmissão de fitopatógenos pela cigarrinha, recomenda-se o uso de produtos sistêmicos para evitar que ocorra a aquisição e a inoculação destes patógenos de plantas (BHIRUD; PITRE, 1972). Os inseticidas do grupo dos neonicotinoides, os quais são aplicados nas sementes de milho em viveiros telados podem ter eficácia superiores a que 50% sobre as cigarrinhas-do-milho (OLIVEIRA et al., 2007b).

Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, há 19 produtos químicos registrados para *D. maidis*, sendo que a maioria pertencente aos grupos químicos dos neonicotinoides, piretroides, organofosforados e carbamatos. Apesar de existir algumas pesquisas que visam manejar a cigarrinha-do-milho, faltam correlacionarem o controle químico as características do patossistema.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no período de janeiro de 2018 até junho de 2019 no Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, SP.

3.1. Obtenção de plantas de milho e da cigarrinha *D. maidis*

A colônia de *D. maidis* foi estabelecida a partir de indivíduos coletados em março de 2017 em plantações de milho na região de Mogi Mirim (Latitude: 22°25'55" S; Longitude: 46°57'30" W). Os insetos foram criados sobre plantas de milho em gaiolas com dimensões de 45 cm (altura) x 35 cm (comprimento) x 35 cm (largura), com estrutura de alumínio e coberta com tela antiafídicas para evitar fugas e parasitismo, conforme descrito por Oliveira, Lopes e Querino (2017). A colônia foi mantida dentro de casa de vegetação equipada com sistema de controle de temperaturas do tipo “pad-fan” e aquecedores ($25 \pm 5^\circ\text{C}$),

Para a produção de plantas saudias visando à criação de cigarrinha, sementes de milho do híbrido 2B433PW foram semanalmente semeadas em vasos de 0,9 L contendo substrato comercial, Tropstrato HT/ hortaliças (Vida Verde, Mogi Mirim, SP) composto por casca de pinus, vermiculita, superfosfato simples e nitrato de potássio. Após o plantio, os vasos foram mantidos em casa de vegetação e as plantas, ao atingirem os estádios fenológicos V3 e V4, foram levadas para a manutenção da colônia de cigarrinha-do-milho. Todas as plantas foram mantidas em casa de vegetação com tela antiafídica e livre de insetos vetores, sendo fertirrigadas com suspensão aquosa contendo 0,08g/L de nitrato de amônia (33% N, 1% K) e 0,91 g/L de nitrato de cálcio (15,5% N, 18% Ca), e com suspensão contendo 0,33 g/L de sulfato de magnésio (1% K₂O, 11,8% S, 9% Mg), 0,36g/L de nitrato de potássio (12% N, 43% K₂O, 1% S, 1% Mg), 0,14g/L de fosfato monoamônico(12% N, 61% P₂O₅), 0,09g/L de ferro (5% Fe orto-orto, 6% quelato de Fe EDTA), 0,03 g/L de sulfato de cobre (24% Cu, 11% S) e 0,02 g/L de sulfato de zinco (20% Zn, 10% S).

Para comprovar a sanidade dos insetos da colônia, confinaram-se 15 cigarrinhas por planta sadia de milho no estágio vegetativo de V1/V2 (com aproximadamente 1 semana após a germinação) durante 3 dias, no interior de gaiolas de acetato, totalizando 10 repetições (plantas). No final deste período, retiraram-se os insetos e as plantas foram

observadas por 100 dias quanto à ocorrência de sintomas de doenças em casa de vegetação telada, protegida contra a entrada de insetos. Nenhuma apresentou sintomas de enfezamentos (pálido ou vermelho) ou de virose da risca, demonstrando que a colônia de *D. maidis* usada nos estudos estava livre de fitopatógenos transmitidos por este inseto.

3.2. Efeito de inseticidas e estádios fenológicos do milho sobre a mortalidade de adultos de *D. maidis* sadios

3.2.1. Inseticidas em tratamento de sementes

Inicialmente, formaram-se lotes com 60 sementes do híbrido 2A620PW para cada inseticida a ser testado (Tabela 1). Os lotes foram individualizados em sacos plásticos especiais para o tratamento das sementes com os inseticidas selecionados. Em seguida, prepararam-se as caldas de acordo com as recomendações descritas nas bulas de cada produto e verteram-nas dentro de cada saco plástico. Após 4 h de secagem, as sementes tratadas foram semeadas em número de três por vaso de 5L contendo solo, areia e esterco bovino na proporção 2:1:1, com fertilizante N-P-K (4-14-8) incorporado. Após a germinação, realizou-se o desbaste das plantas deixando apenas uma por vaso. Todos os processos de tratamento de semente, desde a formação dos lotes até a semeadura das sementes, foram repetidos durante cinco semanas para que no final deste período as plantas estivessem nos estádios fenológicos esperados (V2, V3, V4, V5 e V6), definindo potencial produtivo. Durante todo o ensaio as plantas foram conservadas em casa de vegetação com tela antiafídica ($25 \pm 5^\circ\text{C}$), irrigação diária e fertirrigação duas vezes por semana, como descrito no item anterior.

Para cada tratamento houve 10 repetições e cinco estádios fenológicos, totalizando 250 unidades experimentais delineadas estatisticamente em blocos casualizados.

Tabela 1. Inseticidas utilizados em tratamentos de sementes (formulação suspensão concentrada) para o controle de *Dalbulus maidis* em milho

Nome Comercial	Ingrediente Ativo	Concentração de Ingrediente Ativo (g/L)	Doses (mL/60.000 sementes)	Grupo Químico
Cruiser® 350 FS	tiametoxam	350	120	Neonicotinoide
Dermacor®	clorantraniliprole	625	48	Diamida
CropStar®	imidacloprido + tiodicarbe	150+450	300	Neonicotinoide + Carbamato
Poncho	clotianidina	600	80	Neonicotinoide
Testemunha	-	-	-	-

Tabela 2. Estádios fenológicos das plantas de milho utilizadas no experimento

Estádios dos Milhos	Dias após a semeadura
V6	46
V5	39
V4	32
V3	25
V2	18

Para avaliar a mortalidade de *D. maidis* ocasionada por diferentes inseticidas no tratamento de semente, 10 insetos (na 12ª geração) com 7 dias após se tornarem adultos foram confinados por 120 h sobre cada planta de milho na fase vegetativa (V2 ao V6) em gaiolas de acetato tubulares (60 cm de altura x 13 cm de diâmetro para as plantas maiores e 30 x 13 cm para as menores) com tecido do tipo “voile” em uma das extremidades e na lateral, para evitar a saída dos insetos e melhorar a ventilação. Realizou-se a contagem dos insetos vivos e mortos após 24, 72 e 120 h da infestação.

3.2.2. Inseticidas em pulverização foliar

O híbrido 2A620PW (sem tratamento de semente) foi semeado em vasos de 5 L contendo solo, areia fina e esterco bovino na proporção 2:1:1 e fertilizante N-P-K (4-14-8) incorporado. Semearam-se três sementes por vaso, realizando-se o desbaste após a germinação e deixando-se apenas uma planta por vaso. Estes procedimentos foram repetidos semanalmente, para que no final de 4 semanas fossem obtidas plantas de milho nos estádios fenológicos V3, V4, V5 e V6. Durante todo o ensaio as plantas foram mantidas em casa de vegetação telada ($25 \pm 5^\circ\text{C}$) com irrigação diária e fertirrigação, como descrito no item 3.1. Sete produtos comerciais com ingredientes ativos de diferentes grupos químicos foram aplicados sobre plantas nos diferentes estádios fenológicos com pulverizador costal de pressão constante de CO_2 de bico cônico em volume de calda de 100 L/ha, nas doses descritas na tabela 3.

Tabela 3. Tratamentos inseticidas utilizados na aplicação foliar para o controle de *Dalbulus maidis* na cultura do milho

Nome Comercial	Ingrediente Ativo (Grupo químico)	Concentração de Ingrediente Ativo	Doses	Formulações
Actara® 250 WG	tiametoxam (Neonicotinoide)	250 g/Kg	200g/ha	Granulado Dispersível
Provado 200 SC	imidacloprido (Neonicotinoide)	200 g/Kg	400 mL/ha	Suspensão Concentrada
Lorsban® 480 BR	clorpirifós (Organofosforado)	480 g/Kg	1L/ha	Concentrado Emulsionável
Engeo Pleno™ S	tiametoxam + lambda-cialotrina (Neonicotinoide + Piretroide)	141 + 106 g/L	300 mL/ha	Suspensão Concentrada
Connect®	imidacloprido + beta-ciflutrina (Neonicotinoide + Piretroide)	100 g/L	1L/ha	Suspensão Concentrada
Lannate® BR	metomil (Carbamato)	215 g/L	1L/ha	Concentrado Solúvel
Expedition	lambda-cialotrina + sulfoxafor (Piretroide + Sulfoxamida)	150 + 100 g/L	300 mL/ha	Concentrado Emulsionável
Testemunha	-	-	-	-

Após 4 h da pulverização, cada planta foi infestada com 10 adultos sadios de cigarrinha (na 14ª geração) no interior de gaiolas de acetato tubulares (descrita no item 3.2.1), realizando-se a contagem dos insetos vivos e mortos após 24, 72 e 120 h da infestação. Cada tratamento contou com 10 repetições e 4 estádios fenológicos, totalizando 320 unidades experimentais delineadas estatisticamente em blocos com parcelas casualizadas.

3.3. Efeito de inseticidas sobre a taxa de alimentação de adultos de *D. maidis*

Para avaliar a taxa de ingestão de seiva de floema por *D. maidis* em plantas de milho com diferentes produtos químicos no tratamento de sementes e na pulverização foliar, foram montados dois ensaios em sala climatizada com temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$, U.R. de $70 \pm 5\%$ e fotofase de 24 h.

3.3.1. Obtenção de plantas pulverizadas com diferentes produtos químicos

Sementes de milho do híbrido 2A620PW foram plantadas em vasos de 0,9 L contendo substrato comercial, Tropstrato HT/ hortaliças (Vida Verde) composto por casca de pinus, vermiculita, superfosfato simples e nitrato de potássio. As plantas foram mantidas em casa de vegetação com tela antiafídica e, após de 14 dias da semeadura, foram selecionados 80 vasos contendo duas plantas, os quais foram levados para a área externa da estufa para a pulverização dos inseticidas (Tabela 2). Formaram-se 8 lotes de 10 plantas, totalizando 80 unidades experimentais (7 tratamentos químicos e 1 testemunha sem inseticida) em delineamento inteiramente casualizado. A aplicação foi realizada com pulverizador costal de pressão constante de CO_2 com barra acoplada de bico cônico (volume de calda de 100L/ha) nas doses descritas na tabela 3.

3.3.2. Obtenção de sementes tratadas com diferentes produtos químicos

Lotes contendo 60 sementes do híbrido 2A620PW foram individualizados em sacos plásticos especiais para tratamento das sementes com os inseticidas selecionados (Tabela 1).

Em seguida, prepararam-se as caldas de acordo com as recomendações descritas nas bulas de cada produto e realizou-se o tratamento de sementes conforme descrito no item 3.2.1. Para cada tratamento havia 10 plantas, totalizando 50 unidades experimentais (4 inseticidas e 1 testemunha, sem inseticida) em delineamento inteiramente casualizado. Após 4 h, as sementes tratadas foram semeadas em número de três por vaso de 0,9 L contendo solo, areia fina e esterco bovino na proporção 2:1:1 com N-P-K (4-14-8) incorporado. As plantas foram mantidas em casa de vegetação telada ($25 \pm 5^\circ\text{C}$) com irrigação diária e fertirrigação duas vezes por semana, conforme descrito no item 3.1, ao atingirem o estágio vegetativo V2, as plantas foram selecionadas para a montagem do experimento.

3.3.3. Avaliação da taxa de ingestão de seiva do floema

Dez adultos sadios (na 14^a e 15^a gerações de cigarrinhas confinadas em plantas de milho pulverizadas e em plantas que receberam tratamento de sementes, respectivamente) de *D. maidis* foram confinados por 24 h na 2^a folha totalmente expandida das plantas de milho, por meio de gaiolas plásticas confeccionadas utilizando duas placas circulares de poliestireno transparente com dimensões 60 x 15 mm (diâmetro x altura). A placa superior foi revestida com espuma de etil vinil acetato (E.V.A.) para que a parte adaxial do limbo foliar ficasse aderida na placa de forma que o inseto só se alimentasse da parte abaxial. A superfície de contato da placa com a folha foi coberta com espuma para evitar possíveis danos na estrutura foliar ao fechar a gaiola. Na lateral da mesma havia alguns orifícios protegidos com tecido “voile” para melhorar a circulação do ar e evitar a fuga dos insetos. A placa inferior foi revestida com papel filtro para reter as gotas de “honeydew” excretada pelas cigarrinhas ao se alimentarem.

A taxa de ingestão de seiva do floema pelas cigarrinhas foi avaliada indiretamente por meio da avaliação da quantidade de excrementos produzidos, utilizando-se a técnica de detecção de aminoácidos presentes nos excrementos com solução de ninhidrina. Após a exposição dos insetos à folha, o papel filtro foi retirado da gaiola e secado ao ar por 24 h. Em seguida, o papel filtro foi tratado com 1mL de solução de ninhidrina (SIGMA® N4876-25G) a 1% em acetona absoluta por um minuto. O papel filtro tratado foi exposto ao ar por 24 h para secagem e posterior avaliação da área contendo a deposição de excrementos (“honeydew”) das cigarrinhas. A solução de ninhidrina ao reagir com os aminoácidos

presentes no “honeydew” deixa manchas roxas no papel, indicando, assim, o local onde as excretas foram absorvidas (BOINA et al., 2009; CHEN; SEO; STELINSKI, 2017). Para a determinação da área corada, utilizou-se o software Quant versão 1.0.1 (VALE; FERNANDES FILHO; LIBERATO, 2003).

3.4. Efeito de inseticidas e estádios fenológicos do milho sobre a mortalidade de adultos de *D. maidis* infectados com *Spiroplasma kunkelii*

3.4.1. Obtenção de plantas-fontes de *S. kunkelii*

Coletaram-se plantas de milho na área de campo do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq/USP). Estas estavam com sintomas bem característico do enfezamento pálido, ou seja, a presença de: manchas cloróticas iniciadas na base das folhas; porte reduzido e proliferação de espigas. A infecção pelo espiroplasma do milho, *S. kunkelii*, nas plantas sintomáticas foi confirmada pela técnica de reação de cadeia em polimerase (“Polymerase chain reaction” – PCR) em amostras de DNA extraídos das primeiras folhas abaixo do pendão.

A extração do DNA das amostras de folhas de plantas sintomáticas foi realizada com base na metodologia de Doyle & Doyle (1987). A presença do espiroplasma do milho nas amostragem de DNA foi detectada PCR utilizando os primers CSSF2 (5’ ggcaaagatgtaacaaaagt 3’) e CSSR6 (5’ gttacttcaacagtagttgcg 3’) (BARROS et al., 2001), que amplificam uma sequência de nucleotídeos pertencentes ao gene da espiralina, gerando fragmentos de aproximadamente 500 pares de base. Na PCR usou-se, também, o reagente Go Taq® Green Master Mix (Promega, USA), dois controles positivos contendo DNA do espiroplasma e dois controles negativos sem o espiroplasma (contendo apenas água Mill-Q®). As amostras foram levadas para o termociclador programado para pré-desnaturação a 94°C por 30 min, seguido de 35 ciclos a 94°C por 15 s para a desnaturação, 50°C por 15 s para o anelamento e 72°C por 15 s para o alongamento, e, por fim, 72°C por 5 min para extensão final.

Após a PCR, as amostras foram alíquotadas em um gel de agarose a 1% corado com Sybr safe®, contendo solução tampão TBE (Tris; acetato; EDTA) 0,5 X, sendo submetidas à eletroforese com voltagem de 65 V por 60 minutos. Ao término, foi possível analisar os fragmentos de DNA amplificados quando exposto à luz UV.

3.4.2. Obtenção de insetos infectados com *S. kunkelii*

As plantas-fontes foram cobertas por gaiolas confeccionadas com tecido do tipo “voile” contendo um pequeno furo na lateral para a entrada do aspirador bucal. Assim, colocaram-se 2000 ninfas sadias de 2° e/ou 3° instar (na 19ª e 20ª geração de cigarrinha confinada em plantas de milho pulverizadas e em plantas que receberam tratamento de sementes, respectivamente) em cada planta-fonte para um período de acesso à aquisição (PAA) de 96 h. Esse procedimento foi repetido por 4 dias seguidos para a obtenção de 8000 insetos infectivos. Ao término do PAA, as cigarrinhas foram transferidas, com o auxílio do aspirador bucal, para gaiolas (45 x 35 x 35 cm) de alumínio protegidas por telas antiafídicas, contendo plantas de milho sadias em V3 e/ou V4. As gaiolas ficaram por 20 dias em uma sala climatizada com temperatura $28 \pm 2^\circ\text{C}$; umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h, para transcorrer o período latente de *S. kunkelii* em *D. maidis* (ALIVIZATOS; MARKHAM, 1986; NAULT, 1980; OLIVEIRA; LOPES; QUERINO, 2017).

3.4.3. Inseticidas em tratamento de sementes

As sementes foram tratadas e semeadas 22 dias antes do último dia do período de acesso à aquisição dos insetos. Todo o processo, desde o tratamento das sementes até o plantio semanal, foi realizado como no item 3.2.1. Contudo, utilizaram-se os tratamentos tiametoxam, clorantraniliprole, clotianidina e testemunha (Tabela 1).

Utilizou-se a metodologia descrita no item 3.2.1 para avaliar a mortalidade dos insetos. As unidades experimentais foram transferidas para um galpão aberto na lateral, onde realizaram-se as avaliações por 120h. Para cada tratamento houve 10 repetições e cinco estádios fenológicos, totalizando 200 unidades experimentais delineadas em blocos com parcelas casualizadas

3.4.4. Inseticidas em pulverização foliar

A semeadura do milho em vasos foi feita 22 dias antes do último dia do PAA dos insetos. Todo o processo foi realizado da mesma forma descrito no item 3.2.2, porém adicionou-se o estágio fenológico V2 e aplicaram-se os tratamentos clorpirifós, tiametoxam + lambda-cialotrina, metomil e testemunha (Tabela 3).

Após a aplicação foliar, as plantas foram levadas para um galpão aberto lateralmente, onde permaneceram durante toda a avaliação de mortalidade. Para cada tratamento havia 10 repetições e 5 estádios fenológicos, totalizando 200 unidades experimentais delineadas estatisticamente em blocos casualizados.

3.4.5. Interferência na transmissão de *S. kunkelii* por inseticidas

Após a avaliação de mortalidade dos insetos nos diferentes tratamentos com inseticidas, pulverização foliar e tratamento de sementes, as plantas expostas aos insetos infectados foram mantidas em casa de vegetação com tela antiafídica, onde foram pulverizadas com lambda-cialotrina (Karate Zeon® 250 CS) a cada 10 dias para o controle de eventuais ninfas recém eclodidas e receberam fertirrigação, como descrito no item 3.1.

Dois meses após a retirada dos insetos infectados, as plantas passaram por avaliação visual visando à identificação dos sintomas característicos do enfezamento pálido, tais como manchas cloróticas iniciadas na base das folhas; porte reduzido e proliferação de espiga. Com base no número de plantas sintomáticas, avaliou-se o efeito dos tratamentos inseticidas sobre a transmissão de *S. kunkelii*.

3.5. Análise estatística

Para as análises de mortalidade dos insetos pelos inseticidas nos experimentos de pulverização foliar e de tratamento de sementes, envolvendo cigarrinhas sadias ou infectadas com o espiroplasma, utilizou-se o modelo linear generalizado (GLM) com distribuição quasibinomial, devido aos melhores ajustes apresentados nas simulações de gráficos normais de probabilidade do pacote hnp (half-normal plots). Realizaram-se análise de variância (ANOVA) fatoriais, tendo como fatores os tratamentos (inseticidas usados para o controle de *D. maidis* e a testemunha) e os estádios fenológicos do milho (V2 a V6). Com a verificação da existência de efeitos significativos dos fatores ou de interação entre os mesmos pela ANOVA, realizaram-se as comparações entre as médias pela função “glht”. Foram feitas análises independentes para os dados de mortalidade obtidos nos períodos de 24,72 e 120 h de confinamento.

A percentagem de eficácia dos inseticidas no controle da cigarrinha foi calculada pela fórmula de Abbot (ABBOTT, 1925):

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

Em que $E\%$ é a percentagem de eficácia; IT é o número de insetos vivos na testemunha (insetos que se alimentaram de plantas sem tratamento químico); it é o número de insetos vivos nos tratamentos com produtos químicos.

Os dados de excreção das cigarrinhas (área corada pela solução de ninhidrina) coletados nos experimentos de efeitos de inseticidas sobre a taxa de alimentação também foram submetidos a análises de variância. Após a detecção dos efeitos significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (1%).

Afim de determinar a interferência dos produtos químicos na transmissão *Spiroplasma kunkelii* por *D. maidis* em plantas tratadas, comparou-se o número de plantas que apresentaram sintomas em cada tratamento inseticida com os valores da testemunha pelo teste de do qui-quadrado ($\alpha = 0,01$), realizando análises independentes para cada estágio vegetativo estudado.

Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2019).

4. RESULTADOS

4.1. Efeito de inseticidas e estádios fenológicos do milho sobre a mortalidade de adultos de *D. maidis* sadios

4.1.1. Inseticidas em tratamento de sementes

As análises de variância mostraram efeito significativo dos tratamentos de sementes com inseticidas e dos estádios fenológicos do milho sobre a mortalidade de adultos sadios de *D. maidis*, em todos os períodos de avaliação (Tabela 4). Porém, não houve interação significativa de estádios fenológicos com os tratamentos inseticidas nos períodos avaliados. Nas primeiras 24 h de avaliação do experimento, todos os inseticidas testados em tratamentos de sementes propiciaram mortalidade maior que a testemunha, tendo o tratamento com clotianidina resultado em maior mortalidade que a mistura imidacloprido + tiodicarbe (Tabela 5). Quanto ao efeito dos estádios fenológicos do milho sobre a ação dos inseticidas em tratamentos de sementes, observou maior mortalidade em V2 (plantas com 14 dias de idade) do que nos demais estádios. Ao calcular o percentual de eficácia, foi possível constatar que clotianidina teve uma eficácia de 65,93% em V2, e de apenas 35,71% em V6 (Figura 1). Tiametoxam teve uma eficácia de 61,54% em V2 e de apenas 14,29% em V5.

Após 72 h de infestação, todos os tratamentos diferiram significativamente da testemunha, na qual ocorreu uma mortalidade média de apenas 0,6 insetos por planta (ou de 6% dos insetos) (Tabela 5). Nas plantas em que as sementes foram tratadas com clotianidina, a mortalidade foi maior do que as tratadas com tiametoxam ou com a mistura imidacloprido + tiodicarbe, entretanto não diferiu estatisticamente do tratamento com clorantraniliprole. Os estádios fenológicos também diferiram entre si, com redução de aproximadamente 30% na mortalidade média de cigarrinhas em V6 em relação a V2 (Tabela 5). A eficácia de controle de clotianidina em V2 foi aproximadamente 83%, caindo para 61,46% em V6, enquanto que a mistura imidacloprido + tiodicarbe reduziu sua eficácia em 36% entre esses dois estádios (Figura 2).

Após 120 h da infestação, clotianidina resultou em maior mortalidade que os outros tratamentos, com exceção do clorantraniliprole (Tabela 5). As diferenças também foram evidenciadas entre os estádios fenológicos, ocorrendo menor mortalidade média em V6 do

que nos demais estádios, com exceção de V5 que também não diferiu dos demais (Tabela 5). A eficácia de controle do tiametoxam em V2 foi 32% mais elevada do que em V6; já a de clotianidina caiu de 90,8% em V2 para 64,5% em V6 (Figura 1).

Tabela 4. Resultados de análises de variância de dados de mortalidade de adultos sadios de *Dalbulus maidis* após 24, 72 e 120 h de confinamento sobre plantas de milho em sucessivos estádios fenológicos, que foram previamente submetidas a tratamentos de sementes com inseticidas

Fator	24 h			72 h			120 h		
	G.L.	F	P	G.L.	F	P	G.L.	F	P
Tratamento (T)	4	63,7559	<0,05	4	135,8897	<0,05	4	139,8516	<0,05
Estádios fenológicos (V)	4	23,157	<0,05	4	7,7573	<0,05	4	7,7834	<0,05
Blocos	9	0,6573	0,7557	9	1,4486	0,1689	9	0,9648	0,470
TxV	16	1,3975	0,1446	16	1,0678	0,3876	16	0,8965	0,574

Tabela 5. Número médio (\pm EPM) de adultos de *Dalbulus maidis* mortos após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas de milho em sucessivos estádios fenológicos, cujas sementes foram tratadas com diferentes inseticidas

Tratamentos de sementes	Estádio Fenológico do Milho					Média
	V2	V3	V4	V5	V6	
24 h						
tiametoxam	6,5 \pm 0,6	4,9 \pm 0,8	4,7 \pm 0,5	2,2 \pm 0,3	3,2 \pm 0,7	4,3 \pm 0,3 ab
imidacloprido + tiodicarbe	5,9 \pm 0,58	3,2 \pm 0,5	3,6 \pm 0,7	2,4 \pm 0,4	2,3 \pm 0,6	3,5 \pm 0,3 b
clotianidina	6,9 \pm 0,6	5 \pm 0,5	5,3 \pm 0,5	4,4 \pm 0,4	3,7 \pm 0,4	5,1 \pm 0,3 a
clorantraniliprole	6,3 \pm 0,6	3,2 \pm 0,3	5,3 \pm 0,3	3,2 \pm 0,5	2,2 \pm 0,5	4,0 \pm 0,3 ab
testemunha	0,9 \pm 0,3	0,7 \pm 0,3	0,2 \pm 0,1	0,9 \pm 0,3	0,2 \pm 0,1	0,6 \pm 0,1 c
Média	5,3 \pm 0,4 A	3,4 \pm 0,3 B	3,8 \pm 0,3 B	2,6 \pm 0,2 B	2,3 \pm 0,3 B	
72 h						
tiametoxam	7,2 \pm 0,4	7,4 \pm 0,5	6,6 \pm 0,4	5,7 \pm 0,9	4,9 \pm 0,7	6,4 \pm 0,3 b
imidacloprido + tiodicarbe	7,7 \pm 0,4	5,7 \pm 0,4	5,8 \pm 0,6	5,7 \pm 0,3	5,0 \pm 0,4	6,0 \pm 0,2 b
clotianidina	8,4 \pm 0,3	7,11 \pm 0,3	7,5 \pm 0,4	7,2 \pm 0,5	6,3 \pm 0,5	7,3 \pm 0,2 a
clorantraniliprole	7,7 \pm 0,4	6,61 \pm 0,4	7,5 \pm 0,5	5,9 \pm 0,4	6,0 \pm 0,8	6,7 \pm 0,3 ab
testemunha	0,7 \pm 0,3	1,11 \pm 0,3	0,6 \pm 0,2	1,1 \pm 0,3	0,4 \pm 0,2	0,8 \pm 0,1 c
Média	6,3 \pm 0,4 A	5,6 \pm 0,4 AB	5,6 \pm 0,4 AB	5,1 \pm 0,4 AB	4,5 \pm 0,4 B	
120 h						
tiametoxam	8,2 \pm 0,4	8,8 \pm 0,3	7,3 \pm 0,5	6,8 \pm 0,9	5,7 \pm 0,8	7,4 \pm 0,3 b
imidacloprido + tiodicarbe	8,2 \pm 0,4	7,61 \pm 0,5	7,9 \pm 0,6	6,8 \pm 0,4	6,1 \pm 0,6	7,3 \pm 0,2 b
clotianidina	9,2 \pm 0,4	7,71 \pm 0,5	8,8 \pm 0,3	8,3 \pm 0,4	6,7 \pm 0,5	8,1 \pm 0,2 a
clorantraniliprole	8,5 \pm 0,3	81,3 \pm 0,5	8,6 \pm 0,6	7,4 \pm 0,5	7,1 \pm 0,7	7,9 \pm 0,2 ab
testemunha	1,3 \pm 0,3	1,31 \pm 0,3	1,2 \pm 0,2	0,8 \pm 0,3	0,7 \pm 0,2	1,1 \pm 0,1 c
Média	7,1 \pm 0,4 A	6,7 \pm 0,4 A	6,8 \pm 0,5 A	6,0 \pm 0,4 AB	5,3 \pm 0,4 B	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si por meio da função "glht" ($P<0,05$). Cada tratamento teve 10 repetições, contendo 10 adultos sadios de *Dalbulus maidis* confinados sobre uma planta de milho

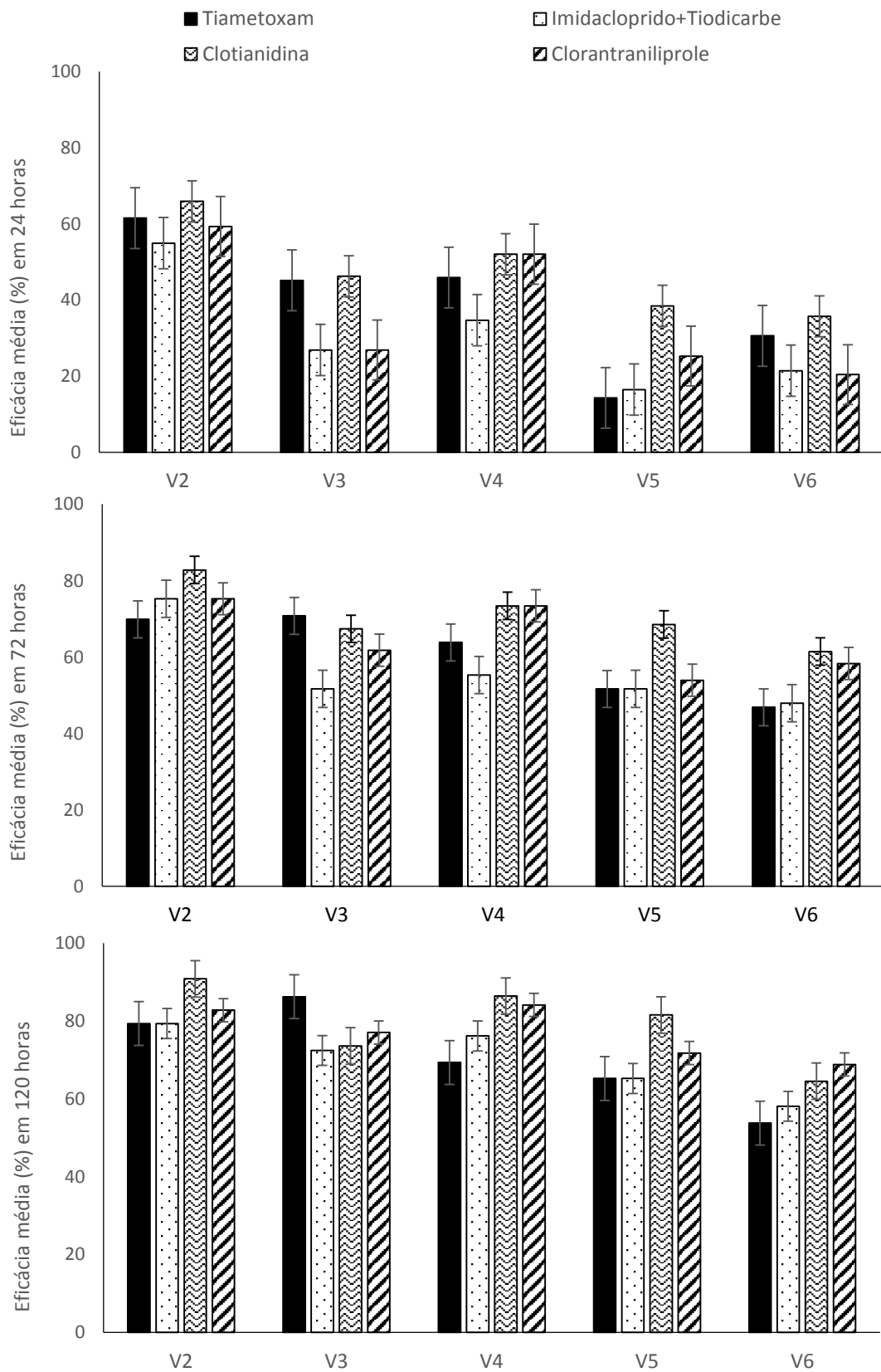


Figura 1. Eficácia média (\pm EPM) de controle dos adultos sadios de *Dalbulus maidis* por diferentes tratamentos de sementes com inseticidas, após 24, 72 e 120 h de confinamento sobre plantas de milho (10 adultos sadios por planta; n = 10 plantas) em sucessivos estádios fenológicos (V2-V6). A eficácia foi calculada pela fórmula de Abbott: $E\% = ((IT - it) / IT) \times 100$, onde $E\%$ = Porcentagem de eficácia; IT = número médio de insetos vivos no tratamento sem inseticida; it = número médio de insetos vivos no tratamento com inseticida

4.1.2. Inseticidas em pulverização foliar

As análises de variância não mostraram efeitos significativos dos estádios fenológicos do milho sobre a mortalidade de adultos sadios de *D. maidis*, em todos os períodos de avaliação (Tabela 6). Porém, houve diferença estatística entre os tratamentos com inseticidas em pulverização foliar nos períodos avaliados. As interações foram significativas de estágio fenológico com os tratamentos inseticidas nas avaliações de 72 e 120 h, entretanto não houve interação significativa na avaliação de 24 h. Com 24 h de confinamento, houve diferenças expressivas na mortalidade entre os diferentes produtos químicos testados em pulverização foliar, sendo todos maiores que a testemunha (Tabela 7). As aplicações feitas com metomil resultaram em maior mortalidade dos adultos sadios da cigarrinha-do-milho do que os demais tratamentos, seguido pelo clorpirifós, enquanto que o tratamento com imidacloprido resultou na menor mortalidade. É possível ver que o percentual de eficácia do metomil foi 85% maior que o do imidacloprido em V3 com 24 h (Figura 2).

Após 72 h de avaliação do experimento, os tratamentos pulverizados com metomil tiveram mortalidade maior que todos os demais produtos, exceto ao tiametoxam, que também foi igual ao clorpirifós e ao lambda-cialotrina + sulfoxaflor, os demais tratamentos foram semelhantes entre si (Tabela 7). O tiametoxam, metomil e lambda-cialotrina + sulfoxaflor se destacaram tanto em V3 quanto em V6. Em V4, as misturas de imidacloprido + beta-ciflutrina e de lambda-cialotrina + sulfoxaflor resultaram na menor mortalidade dentre os tratamentos, sendo superior apenas à testemunha. O imidacloprido exibiu uma eficácia de apenas 13%, sendo aproximadamente 81% inferior ao metomil, que teve 69% de controle em V5 (Figura 2).

Na avaliação de 120 h após a infestação, o metomil proporcionou maior mortalidade em todos os estádios fenológicos, exceto em relação ao tiametoxam, que foi semelhante ao imidacloprido + beta-ciflutrina (Tabela 7). Lambda-cialotrina + sulfoxaflor, tiametoxam + lambda-cialotrina, clorpirifós e o imidacloprido resultaram nas menores mortalidades em relação aos demais inseticidas. O metomil atingiu uma eficácia de 71%, sendo 73% maior que o imidacloprido, que teve somente 19% em V5 (Figura 2).

Tabela 6. Resultados de análises de variância de dados de mortalidade de adultos sadios de *Dalbulus maidis* após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas de milho pulverizadas com diferentes tratamentos inseticidas em sucessivos estádios fenológicos

Fator	24 h			72 h			120 h		
	G.L.	F	P	G.L.	F	P	G.L.	F	P
Tratamento (T)	7	53,2513	<0,05	7	41,6581	<0,05	7	44,4044	<0,05
Estádios fenológicos (V)	3	2,4902	0,06057	3	1,2617	0,28780	3	2,6296	0,05049
Blocos	9	1,2174	0,28396	9	1,3022	0,2354	9	1,2751	0,25015
TxV	21	1,4016	0,11592	21	3,6492	<0,05	21	2,2897	0,001341

Tabela 7. Número médio (\pm EPM) de adultos de *Dalbulus maidis* mortos após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas de milho pulverizadas com diferentes inseticidas em sucessivos estádios fenológicos

Tratamentos pulverizados em plantas de milho	Estádio Fenológico do Milho				Média
	V3	V4	V5	V6	
24 h					
tiametoxam	2,6 \pm 0,6	2,6 \pm 0,3	3,0 \pm 0,6	3,8 \pm 0,3	3,0 \pm 0,2 c
imidacloprido	1,4 \pm 0,3	2,0 \pm 0,4	1,4 \pm 0,3	1,6 \pm 0,3	1,6 \pm 0,2 d
clorpirifós	4 \pm 0,5	4,6 \pm 0,8	5,2 \pm 0,6	4,2 \pm 0,6	4,5 \pm 0,3 b
tiametoxam + lambda-cialotrina	2,6 \pm 0,4	2,8 \pm 0,4	3,6 \pm 0,3	3,8 \pm 0,5	3,2 \pm 0,2 c
imidacloprido + beta-ciflutrina	3,4 \pm 0,4	1,8 \pm 0,4	2,6 \pm 0,1	3,6 \pm 0,5	2,9 \pm 0,2 c
metomil	6,4 \pm 0,8	6,1 \pm 0,7	6 \pm 0,5	5,8 \pm 0,7	6,1 \pm 0,3 a
lambda-cialotrina + sulfoxaflor	2 \pm 0,4	1,8 \pm 0,5	3,2 \pm 0,4	3,4 \pm 0,4	2,6 \pm 0,2 c
testemunha	0,5 \pm 0,1	0,7 \pm 0,2	0,2 \pm 0,1	0,8 \pm 0,2	0,6 \pm 0,1 e
Média	2,9 \pm 0,2	2,8 \pm 0,2	3,2 \pm 0,2	3,4 \pm 0,2	
72 h					
tiametoxam	7,0 \pm 0,4 aA	5,4 \pm 0,5 abB	6,0 \pm 0,3 abcAB	5,2 \pm 0,4 abB	5,9 \pm 0,2 ab
imidacloprido	5,6 \pm 0,4 bcA	5,4 \pm 0,5 abA	2,2 \pm 0,3 dB	4,6 \pm 0,6 bA	4,5 \pm 0,3 c
clorpirifós	4,4 \pm 0,5 cdB	5,2 \pm 0,7 abAB	6,4 \pm 0,7 abA	4,8 \pm 0,6 bB	5,2 \pm 0,3 bc
tiametoxam + lambda-cialotrina	3,6 \pm 0,5 dB	4,6 \pm 0,4 abcAB	5,4 \pm 0,5 bcA	4,8 \pm 0,4 bAB	4,6 \pm 0,3 c
imidacloprido + beta-ciflutrina	4,4 \pm 0,7 cdA	4,0 \pm 0,5 bcA	4,8 \pm 0,1 cA	4,8 \pm 0,4 bA	4,5 \pm 0,2 c
metomil	6,8 \pm 0,8 abA	6,0 \pm 0,8 aA	7,2 \pm 0,4 aA	6,4 \pm 0,6 aA	6,6 \pm 0,3 a
lambda-cialotrina + sulfoxaflor	6,2 \pm 0,3 abA	3,2 \pm 0,7 cC	4,6 \pm 0,8 cBC	5,6 \pm 0,4 abAB	4,9 \pm 0,2 bc
testemunha	0,8 \pm 0,1 eA	1,2 \pm 0,1 dA	1 \pm 0,3 eA	1,8 \pm 0,1 cA	1,2 \pm 0,1 d
Média	4,9 \pm 0,3	4,4 \pm 0,2	4,7 \pm 0,3	4,8 \pm 0,2	
120 h					
tiametoxam	7,2 \pm 0,3 aA	6,2 \pm 0,5 aA	6,6 \pm 0,3 abA	6,0 \pm 0,5 abA	6,5 \pm 0,2 ab
imidacloprido	6,2 \pm 0,5 abA	5,5 \pm 0,5 abA	3,2 \pm 0,3 dB	5,4 \pm 0,3 bA	5,1 \pm 0,3 d
clorpirifós	4,6 \pm 0,5 cB	5,6 \pm 0,6 abAB	6,8 \pm 0,7 abA	5,2 \pm 0,7 bB	5,6 \pm 0,3 cd
tiametoxam + lambda-cialotrina	5,8 \pm 0,6 bcA	5,4 \pm 0,6 abA	5,8 \pm 0,5 bcA	5,6 \pm 0,4 abA	5,7 \pm 0,3 cd
imidacloprido + beta-ciflutrina	6,8 \pm 0,5 abA	5,4 \pm 0,7 abB	6,4 \pm 0,4 abcAB	5,2 \pm 0,2 bB	6,0 \pm 0,3 bc
metomil	7,2 \pm 0,6 aA	6,0 \pm 0,8 abB	7,6 \pm 0,2 aA	6,8 \pm 0,7 aAB	6,9 \pm 0,3 a
lambda-cialotrina + sulfoxaflor	6,6 \pm 0,3 abA	4,8 \pm 0,6 bB	5,2 \pm 0,6 cB	5,6 \pm 0,4 abAB	5,6 \pm 0,3 cd
testemunha	1,4 \pm 0,2 dA	1,6 \pm 0,2 cA	1,6 \pm 0,2 eA	1,8 \pm 0,1 cA	1,6 \pm 0,1 e
Média	5,7 \pm 0,3	5,1 \pm 0,2	5,4 \pm 0,3	5,2 \pm 0,2	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si por meio da função "glht" ($P < 0,05$). Cada tratamento teve 10 repetições, contendo 10 adultos sadios de *Dalbulus maidis* confinados sobre uma planta de milho

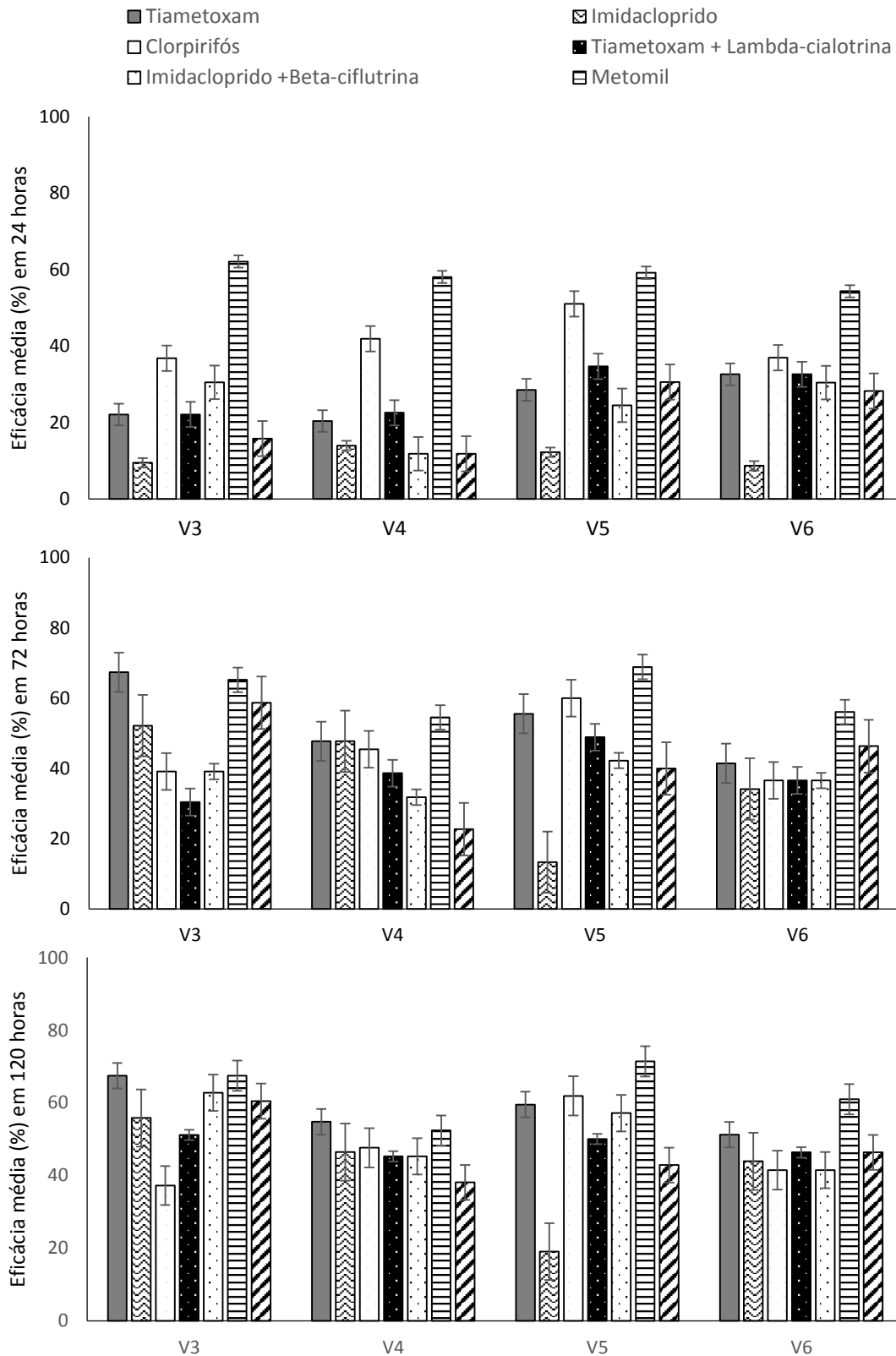


Figura 2. Eficácia média (\pm EPM) de controle dos adultos sadios de *Dalbulus maidis* pulverizados com diferentes tratamentos inseticidas, após 24, 72 e 120 h de confinamento dos insetos sobre plantas de milho (10 adultos sadios por planta; n = 10 plantas) em sucessivos estádios fenológicos (V3-V6). A eficácia foi calculada pela fórmula de Abbott: $E\% = ((IT - it) / IT) \times 100$, onde $E\%$ = Porcentagem de eficácia; IT = número médio de insetos vivos no tratamento sem inseticida; it = número médio de insetos vivos no tratamento com inseticida

4.2. Efeitos de inseticidas sobre a taxa de alimentação de *D. maidis*

4.2.1. Em plantas pulverizadas com inseticidas

Os inseticidas pulverizados sobre plantas de milho afetaram significativamente a alimentação ($F = 91,0708$; G.L. = 7; $p = <0,01$). Verificou-se maior área de excreção em papel filtro exposto a insetos confinados sobre plantas que não receberam aplicações de inseticidas (testemunha) (Figura 3), o que evidencia o efeito dos inseticidas sobre a taxa e ingestão de seiva do floema (rica em aminoácidos, que são corados por ninhidrina). Dentre os inseticidas avaliados, a maior área de excreção foi observada para plantas pulverizadas com clorpirifós (aproximadamente $0,36 \text{ cm}^2$). Os demais inseticidas reduziram mais acentuadamente a alimentação pela cigarrinha, não diferindo entre si quando à área de excreção produzida pelos insetos durante as 24 h de exposição.

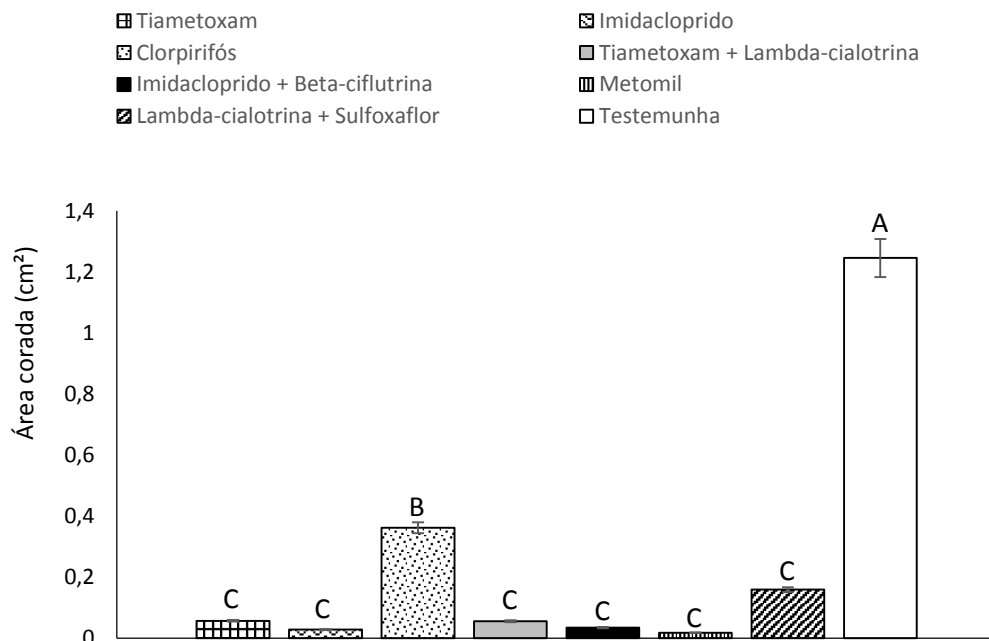


Figura 3. Área de excreção (corada por ninhidrina) produzida por grupos de 10 adultos sadios de *Dalbulus maidis* após 24 h de confinamento em plantas de milho pulverizadas com diferentes inseticidas (n=10 plantas por tratamento). Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 1% ($F=91,07$; G.L.=7; $P= <0,01$)

4.2.2. Em plantas de milho que receberam tratamento de sementes

Houve efeito significativo de tratamento de sementes com inseticidas sobre a alimentação da cigarrinha *D. maidis* ($F = 81,7223$; G.L. = 4; $p < 0,01$). Observou-se que os insetos se alimentaram mais de plantas tratadas com clorantraniliprole ou com a mistura imidacloprido + tiodicarbe, nas quais produziram áreas de excreção inferiores apenas aos de insetos confinados em plantas não tratadas (testemunha) (Figura 5). Áreas muito reduzidas de excreção foram observadas em plantas cujas sementes receberam tiametoxam ou clotianidina, indicando que tais tratamentos afetam drasticamente a alimentação pelo inseto.

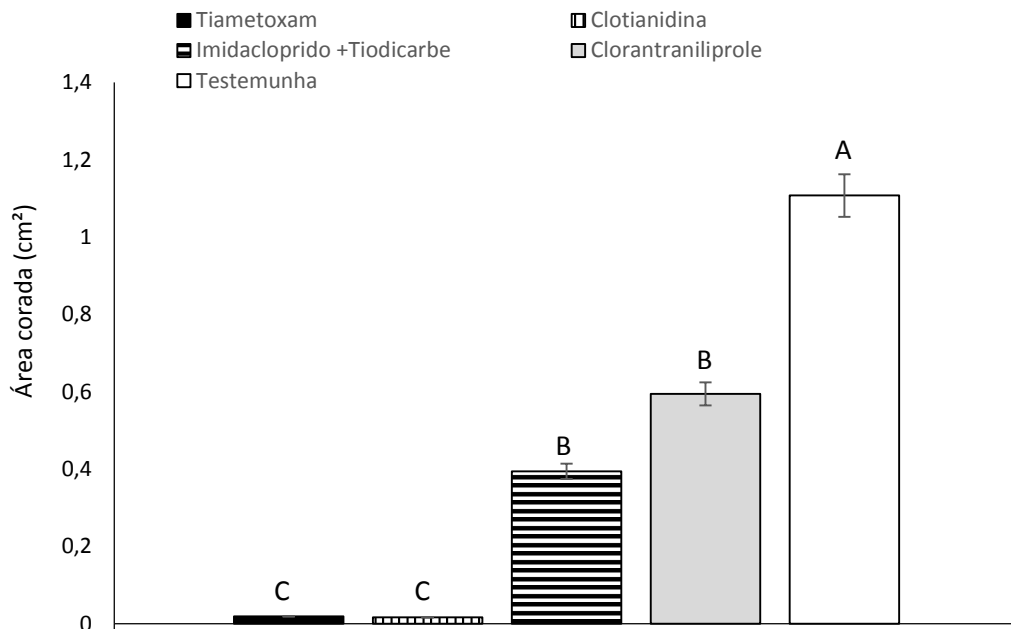


Figura 4. Área de excreção (corada por ninhidrina) produzida por grupos de 10 adultos sadios de *Dalbulus maidis* após 24 h de confinamento em plantas de milho cuja sementes foram tratadas com diferentes inseticidas (n=10 plantas por tratamento). Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 1% ($F=81,7223$; G.L.=4; $P < 0,01$)

4.3. Efeito de tratamento de sementes e de estádios fenológicos do milho sobre a mortalidade de cigarrinhas infectadas com *S. kunkelii*

4.3.1. Inseticidas em tratamento de sementes

As análises de variância mostram efeitos significativos dos tratamentos de sementes com inseticidas, dos estágios fenológicos do milho e da interação dos estágios fenológicos com os tratamentos inseticidas sobre a mortalidade de adultos de *D. maidis* infectados com *S. kunkelii* em todos os períodos de avaliação (Tabela 8). Após 24 h de experimento, os insetos expostos às plantas tratadas com inseticidas apresentaram maior mortalidade do que os confinados em planta sem tratamento químico (Tabela 9). Analisando-se a média geral de todos os estágios fenológicos, os inseticidas clotianidina e tiametoxam (neonicotinoides) proporcionaram as maiores mortalidades, sendo superior à obtida com clorraniliprole (diamida). Considerando-se a média de todos os inseticidas, observou-se um decréscimo da mortalidade com o avanço dos estágios fenológicos, exceto em V5, cuja mortalidade não diferiu de V2. Isso é possível perceber na figura 5, onde a diamida teve uma eficácia de aproximadamente 85% em V2, e de 38% em V6, tendo uma redução de 54% (Figura 5).

No terceiro dia de avaliação (72 h), todos tratamentos de sementes resultaram em maior mortalidade do que a testemunha (Tabela 9). A clotianidina teve 100% de eficácia de controle em V2, caindo para 83% em V6 (Figura 5). Analisando-se todos os tratamentos, observou-se menor eficácia no estágio V4 (Figura 5), embora a mortalidade média geral em V4 não tenha diferido estatisticamente de V3 e V6 (Tabela 9).

Com 120 h de confinamento, os inseticidas propiciaram maior mortalidade do que a testemunha (Tabela 9). Analogamente à avaliação de 72 h, verificou-se menor eficácia dos tratamentos em V4 (Figura 5), embora a média de mortalidade geral em V4 não tenha diferido de V3 e V6 (Tabela 9). O clotianidina teve a eficácia reduzida em 41%, quando se compara V2 com o V4 (Figura 5).

Tabela 8. Resultado de análises de variância de dados de mortalidade de adultos de adultos de *Dalbulus maidis* infectados com *Spiroplasma kunkelii* após 24, 72 e 120 h de confinamento sobre plantas de milho em sucessivos estádios fenológicos (V), que foram previamente submetidas a tratamento de sementes com inseticidas (T)

Fator	24 h			72 h			120 h		
	G.L.	F	P	G.L.	F	P	G.L.	F	P
Tratamento (T)	3	281,7621	<0,05	3	461,1471	<0,05	3	412,6068	<0,05
Estádios fenológicos (V)	4	25,2366	<0,05	4	16,4560	<0,05	4	15,7196	<0,05
Blocos	9	0,8882	0,537	9	1,2952	0,2427	9	1,4813	0,1583
TxV	12	9,1342	<0,05	12	11,6368	<0,05	12	7,1510	<0,05

Tabela 9. Número médio (\pm EPM) de adultos de *Dalbulus maidis* infectados com *Spiroplasma kunkelii* mortos após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas de milho em sucessivos estádios fenológicos, cujas sementes foram tratadas com diferentes inseticidas

Tratamentos de sementes	Estádio Fenológico do Milho					Média
	V2	V3	V4	V5	V6	
24 h						
clotianidina	9,4 \pm 0,26 aA	8,2 \pm 0,4 aB	5,6 \pm 0,3 aC	8,0 \pm 0,2 aB	8,4 \pm 0,2 aB	7,9 \pm 0,2 a
tiametoxam	9,6 \pm 0,16 aA	7,6 \pm 0,2 aC	5,2 \pm 0,3 aD	8,8 \pm 0,2 aB	7,0 \pm 0,3 bC	7,6 \pm 0,3 a
tlorantraniliprole	8,6 \pm 0,4 bA	4,0 \pm 0,6 bB	5,0 \pm 0,5 aB	8,4 \pm 0,2 aA	4,3 \pm 0,7 cB	6,1 \pm 0,4 b
testemunha	0,6 \pm 0,2 cB	1,6 \pm 0,1 cA	1,4 \pm 0,1 bA	1,2 \pm 0,1 bAB	0,6 \pm 0,1 dB	1,1 \pm 0,1 c
Média	7,1 \pm 0,6 A	5,4 \pm 0,5 BC	4,3 \pm 0,4 C	6,6 \pm 0,5 AB	5,1 \pm 0,5 C	
72 h						
clotianidina	10,0 \pm 0,0 aA	8,8 \pm 0,5 aB	6,0 \pm 0,4 bC	8,8 \pm 0,2 abB	8,4 \pm 0,2 aB	8,4 \pm 0,2 a
tiametoxam	9,5 \pm 0,1 aA	8,6 \pm 0,2 aB	5,8 \pm 0,2 bC	9,4 \pm 0,1 aA	8,2 \pm 0,1 aB	8,3 \pm 0,2 a
clorantraniliprole	9,4 \pm 0,2 aA	7,0 \pm 0,6 bC	7,8 \pm 0,1 aBC	8,6 \pm 0,2 bB	8,0 \pm 0,2 aB	8,2 \pm 0,2 a
testemunha	0,5 \pm 0,2 bB	1,6 \pm 0,1 cA	1,6 \pm 0,1 cA	1,2 \pm 0,1 cAB	0,8 \pm 0,2 bB	1,1 \pm 0,1 b
Média	7,4 \pm 0,6 A	6,5 \pm 0,5 AB	5,3 \pm 0,4 B	7,0 \pm 0,5 A	6,4 \pm 0,5 AB	
120 h						
clotianidina	10,0 \pm 0,0 aA	9,0 \pm 0,4 aB	6,6 \pm 0,3 bC	9,0 \pm 0,2 aB	9,0 \pm 0,2 aB	8,7 \pm 0,2 a
tiametoxam	9,7 \pm 0,1 aA	8,8 \pm 0,2 aB	6,0 \pm 0,2 bC	9,6 \pm 0,1 aA	8,8 \pm 0,2 abB	8,6 \pm 0,2 a
clorantraniliprole	9,8 \pm 0,13 aA	8,4 \pm 0,2 aBC	8,2 \pm 0,1 aC	9,2 \pm 0,1 aB	8,0 \pm 0,2 bC	8,7 \pm 0,1 a
Testemunha	1,6 \pm 0,96 bAB	1,8 \pm 0,1 bA	1,6 \pm 0,1 cAB	1,2 \pm 0,1 bAB	0,8 \pm 0,2 cB	1,4 \pm 0,2 b
Média	7,8 \pm 0,6 A	7,0 \pm 0,5 AB	5,6 \pm 0,4 B	7,3 \pm 0,6 A	6,7 \pm 0,6 AB	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si por meio da função "glht" ($P < 0,05$). Cada tratamento teve 10 repetições, contendo 10 adultos de *Dalbulus maidis* infectados com *S. kunkelii* confinados sobre uma planta de milho

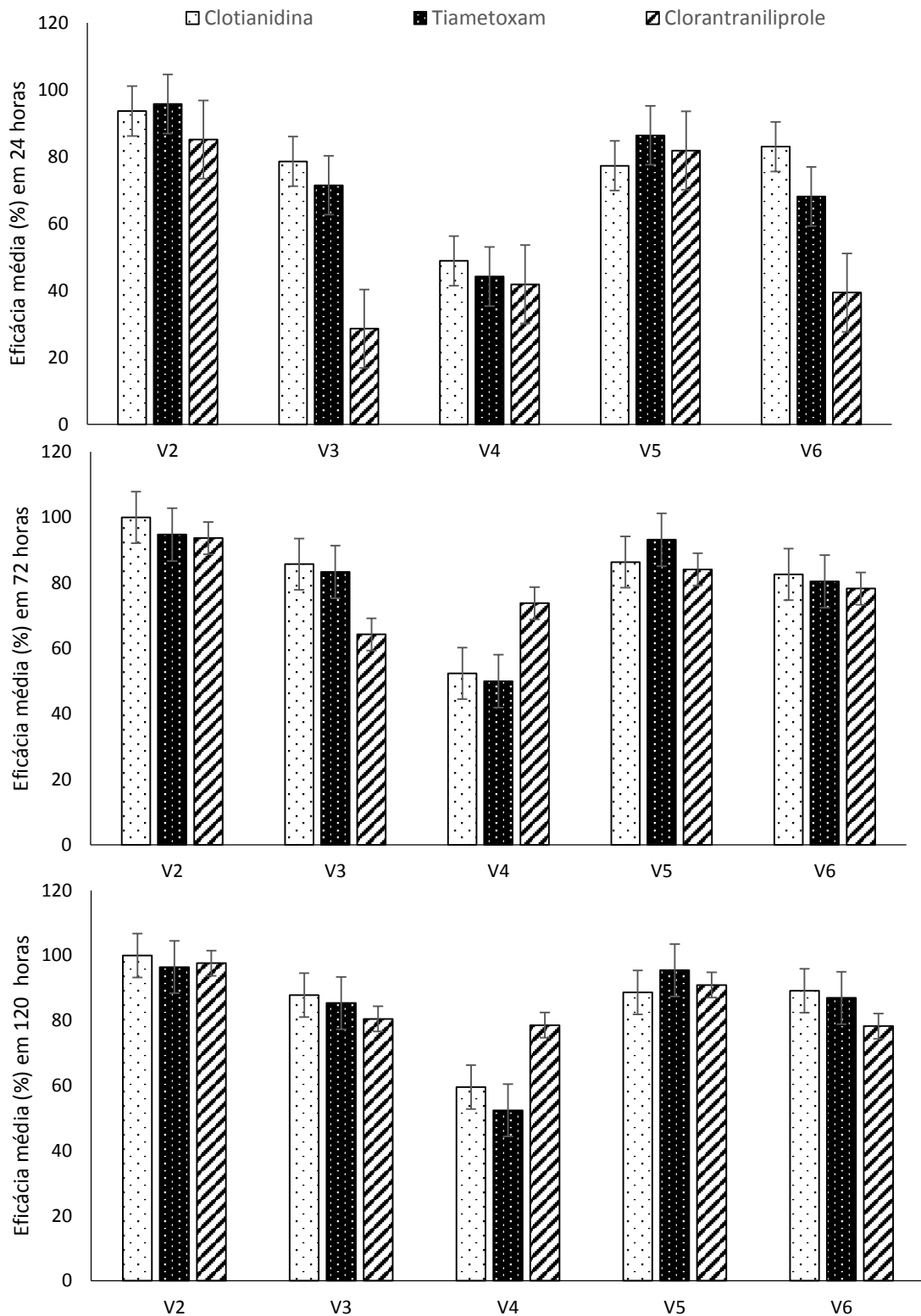


Figura 5. Eficácia média (\pm EPM) de controle de adultos de *Dalbulus maidis*, infectados com *Spiroplasma kunkelii*, por diferentes tratamentos de sementes com inseticidas, após 24, 72 e 120 h de confinamento dos insetos sobre plantas de milho (10 adultos por planta; n = 10 plantas) em sucessivos estádios fenológicos (V2-V6). A eficácia foi calculada pela fórmula de Abbott: $E\% = ((IT - it) / IT) \times 100$, onde E%= Porcentagem de eficácia; IT= número médio de insetos vivos no tratamento sem inseticida; it= número médio de insetos vivos no tratamento com inseticida

4.3.2. Inseticidas em pulverização foliar

As análises de variâncias indicaram efeitos significativos dos tratamentos pulverizados com inseticidas, dos estádios fenológicos do milho e da interação de estádios fenológicos com tratamentos pulverizados com inseticidas sobre a mortalidade de adultos de *D. maidis* infectados com *S. kunkelii* em todos os períodos, com exceção da avaliação de 120 h, em que não teve diferença estatística na mortalidade dos insetos entre os tratamentos inseticida (Tabela 10). Considerando-se a média dos estádios fenológicos, observa-se, em todos os períodos de avaliação do experimento, uma maior mortalidade causada por metomil (carbamato) e menor por clorpirifós (organofosforado) (Tabela 11). Com 24 h de avaliação, o carbamato mostrou eficácia de controle de 88% em V2, enquanto o organofosforado registrou apenas 58% (Figura 6). Comparando-se os estádios fenológicos, verificou-se menor mortalidade média geral em V4 e V5 do que em V2 (Tabela 11).

Após 72 h de experimento, o metomil também resultou na mortalidade média geral, sendo esta 39% mais elevada que a do clorpirifós (Tabela 11). Em contraste com o observado nas primeiras 24 h, não houve diferença estatística em mortalidade média geral entre os estádios fenológicos. O carbamato, tanto em V5 quanto em V6, teve eficácia de controle cerca de 60% maior que o organofosforado (Figura 6). A mistura tiametoxam + lambda-cialotrina proporcionou mortalidade semelhante ao metomil na maioria dos estádios fenológicos do milho, exceto em V3 e V4, em que o carbamato foi mais letal (Tabela 11).

Com 120 h de confinamento, o clorpirifós continuou sendo o inseticida que proporcionou a menor mortalidade da praga e eficácia de controle, exceto em V3, quando não diferiu da mistura tiametoxam + lambda-cialotrina (Tabela 11 e Figura 6). A eficácia de controle do metomil foi reduzida de 94% em V2 para 78% em V5, ao mesmo tempo em que a eficácia de clorpirifós caiu cerca de 50%, sendo inferior a 40% em V5 e V6 (Figura 6).

Tabela 10. Resultados de análises de variância de dados de mortalidade de adultos de *Dalbulus maidis* infectados com *Spiroplasma kunkelii* após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas de milho pulverizadas com diferentes tratamentos inseticidas em sucessivos estádios fenológicos

Fator	24 h			72 h			120 h		
	G.L.	F	P	G.L.	F	P	G.L.	F	P
Tratamento (T)	3	180,8695	<0,05	3	174,3825	<0,05	3	183,4804	<0,05
Estádios fenológicos (V)	4	4,8736	<0,05	4	3,3655	<0,05	4	2,2722	0,06347
Blocos	9	0,7190	0,6909	9	0,9474	0,48568	9	0,5476	0,83802
TxV	12	1,8128	<0,05	12	1,9456	<0,05	12	2,7060	<0,05

Tabela 11. Número médio (\pm EPM) de adultos de *Dalbulus maidis* infectados com *Spiroplasma kunkelii* mortos após 24, 72 e 120 h de exposição a plantas de milho pulverizadas com diferentes inseticidas em sucessivos estádios fenológicos

Tratamentos pulverizados em plantas de milho	Estádio Fenológico do Milho					Média
	V2	V3	V4	V5	V6	
24 h						
Metomil	8,9 \pm 0,3 aA	8,3 \pm 0,3 aA	8,1 \pm 0,5 aA	7,9 \pm 0,4 aA	8,2 \pm 0,3 aA	8,3 \pm 0,2 a
Tiametoxam + Lambda-cialotrina	8,1 \pm 0,2 aA	5,8 \pm 0,6 bBC	5,1 \pm 0,7 bC	4,6 \pm 0,8 bC	7,2 \pm 0,7 aAB	6,2 \pm 0,3 b
Clorpirifós	6,1 \pm 0,8 bA	5,1 \pm 0,4 bAB	3,8 \pm 0,3 bB	3,9 \pm 0,6 bB	4,2 \pm 0,7 bB	4,6 \pm 0,3 c
Testemunha	0,7 \pm 0,2 cA	0,8 \pm 0,3 cA	0,8 \pm 0,3 cA	1,4 \pm 0,2 cA	0,6 \pm 0,2 cA	0,9 \pm 0,1 d
Média	6,0 \pm 0,6 A	5,0 \pm 0,5 AB	4,4 \pm 0,5 B	4,4 \pm 0,5 B	5,1 \pm 0,5 AB	
72 h						
Metomil	9,3 \pm 0,3 aA	9,1 \pm 0,2 aA	8,6 \pm 0,3 aAB	7,7 \pm 0,5 aB	8,8 \pm 0,4 aAB	8,7 \pm 0,2 a
Tiametoxam + Lambda-cialotrina	8,8 \pm 0,2 aA	7,8 \pm 0,5 bAB	7,0 \pm 0,8 bB	6,6 \pm 0,7 aB	8,4 \pm 0,5 aA	7,7 \pm 0,3 b
Clorpirifós	6,7 \pm 0,6 bA	6,3 \pm 0,7 cA	4,6 \pm 0,4 cB	4,2 \pm 0,5 bB	4,5 \pm 0,6 bB	5,3 \pm 0,3 c
Testemunha	0,9 \pm 0,2 cA	1,0 \pm 0,3 dA	1,4 \pm 0,1 dA	1,8 \pm 0,6 cA	1,7 \pm 0,3 cA	1,4 \pm 0,2 d
Média	6,4 \pm 0,6 A	6,1 \pm 0,5 A	5,4 \pm 0,5 A	5,1 \pm 0,5 A	5,9 \pm 0,5 A	
120 h						
Metomil	9,5 \pm 0,2 aA	9,5 \pm 0,2 aA	9,2 \pm 0,2 aAB	8,3 \pm 0,4 aB	9,0 \pm 0,4 aAB	9,1 \pm 0,1 a
Tiametoxam + Lambda-cialotrina	8,7 \pm 0,3 abA	7,7 \pm 0,4 bA	7,7 \pm 0,6 bA	7,5 \pm 0,6 aA	8,8 \pm 0,4 aA	8,1 \pm 0,2 b
Clorpirifós	8,1 \pm 0,5 bA	7,0 \pm 0,7 bA	5,0 \pm 0,5 cB	5,1 \pm 0,6 bB	4,9 \pm 0,6 bB	6,0 \pm 0,3 c
Testemunha	1,1 \pm 0,2 cA	1,2 \pm 0,2 cA	2,0 \pm 0,6 dA	2,0 \pm 0,6 cA	1,7 \pm 0,2 cA	1,6 \pm 0,2 d
Média	6,9 \pm 0,6	6,4 \pm 0,5	6,0 \pm 0,5	5,7 \pm 0,5	6,1 \pm 0,5	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si por meio da função "glht" ($P < 0,05$). Cada tratamento teve 10 repetições, contendo 10 adultos de *Dalbulus maidis* infectados com *S. kunkelii* confinados sobre uma planta de milho

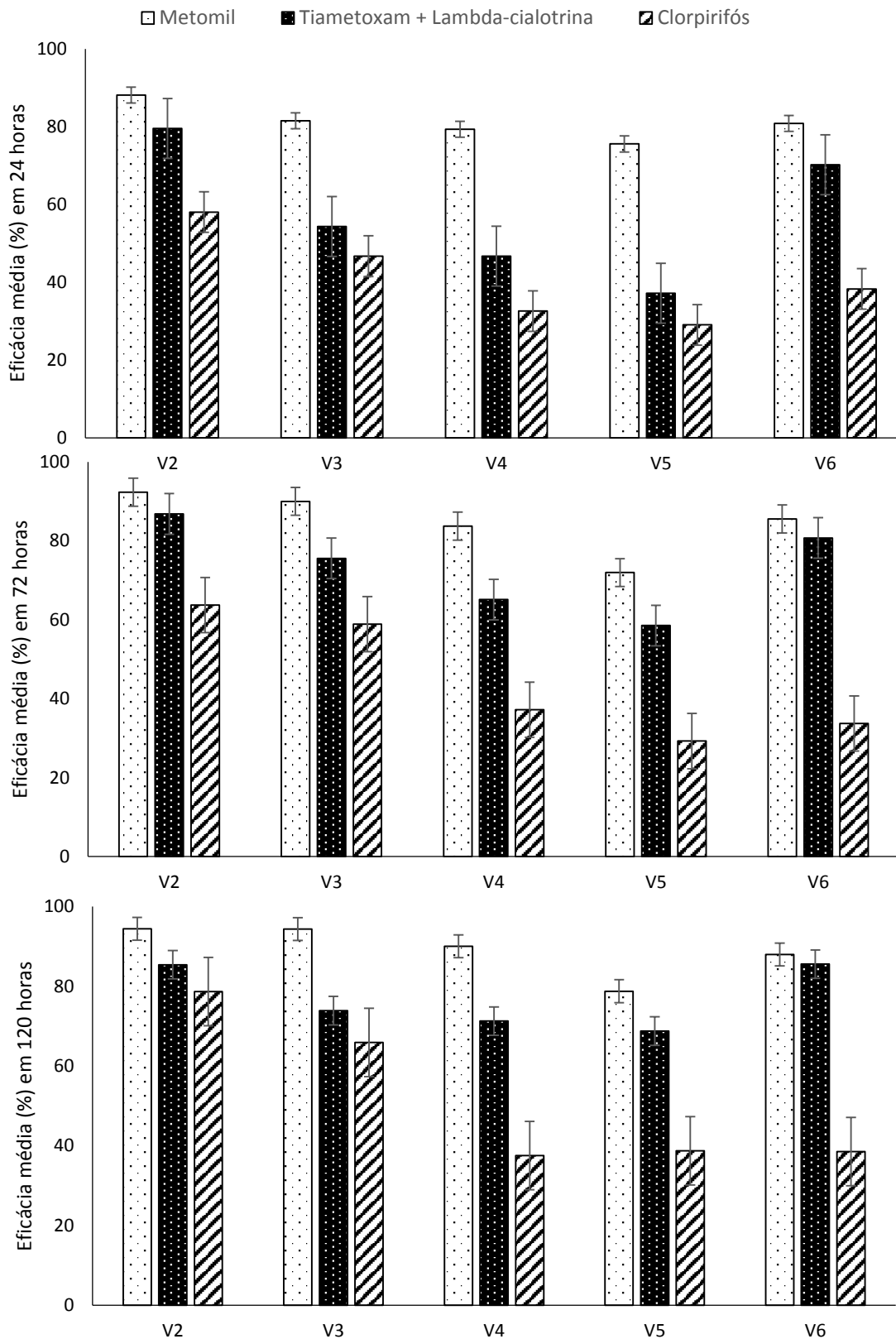


Figura 6. Eficácia média de controle de adultos de *Dalbulus maidis* infectivos com *Spiroplasma kunkelii* por diferentes tratamentos de sementes com inseticidas, após 24, 72 e 120 h de confinamento dos insetos sobre plantas de milho (10 adultos por planta; n = 10 plantas) em sucessivos estádios fenológicos (V2-V6). A eficácia foi calculada pela fórmula de Abbott: $E\% = ((IT - it) / IT) \times 100$, onde $E\%$ = Porcentagem de eficácia; IT = número médio de insetos vivos no tratamento sem inseticida; it = número médio de insetos vivos no tratamento com inseticida

4.3.3. Interferência na transmissão de *S. kunkelii* por inseticidas

Não houve diferença significativa entre os tratamentos com inseticidas em pulverização sobre a transmissão de *S. kunkelii* para plantas de milho, em todos os estádios fenológicos do milho ($\chi^2 = 9,64$; $df = 6$; $p = 0,14$). Em V2, nenhum dos três tratamentos com inseticidas diferiram estatisticamente da testemunha (Tabela 12). Porém, em V3, V4, V5 e V6 todos os tratamentos com inseticidas diferiram estatisticamente da testemunha (sem inseticida) (Tabela 12). Dentre as 200 plantas de milho que foram expostas a cigarrinhas infectadas com *S. kunkelii*, 52 plantas tiveram sintomas de infecção pelo espiroplasma, correspondendo à 26% de todas as plantas infestadas (Tabela 13). Em V2, apenas três plantas de milho apresentaram sintomas de enfezamento pálido (causado por *S. kunkelii*), sendo uma planta sintomática no tratamento com clorpirifós e outra na testemunha (Tabela 13), enquanto que em V6, 14 plantas foram sintomáticas, sendo oito da testemunha e duas de cada inseticida (metomil e tiametoxam + lambda-cialotrina) (Tabela 13). O tratamento com clorpirifós proporcionou o menor controle da transmissão, com maior número de plantas infectadas, quando comparado com os outros inseticidas.

Tabela 12. Teste de qui-quadrado ($\alpha = 0,01$) para o número de plantas que apresentaram sintomas de enfezamento pálido após exposição a cigarrinhas infectadas por *Spiroplasma kunkelii* em sucessivos estádios fenológicos, nos tratamentos com e sem pulverização com inseticida

Estádio fenológico do milho	χ^2	G.L.	P
V2	4,5	2	0,1
V3	18	2	0,03
V4	22,8	2	<0,01
V5	27	2	<0,01
V6	13,5	2	<0,01

Tabela 13. Número de plantas que desenvolveram sintomas de enfezamento pálido após pulverização foliar com inseticida e subsequente exposição aos adultos de *Dalbulus maidis* infectados com *Spiroplasma kunkelii* em sucessivos estádios fenológicos

Estádio fenológico do milho	Tratamentos em pulverização			
	metomil	tiametoxam + lambda-cialotrina	clorpirifós	testemunha (sem inseticida)
V2	0/10	0/10	1/10	2/10
V3	0/10	0/10	4/10	8/10
V4	2/10	2/10	0/10	10/10
V5	0/10	0/10	0/10	9/10
V6	2/10	2/10	2/10	8/10
Total	4/50	4/50	7/50	37/50

Cada tratamento teve 10 repetições, sendo cada repetição constituída por uma planta de milho exposta a 10 adultos de *D. maidis* infectados com *S. kunkelii* por 120 h

O número de plantas que manifestaram sintomas de infecção por espiroplasma no experimento com plantas provenientes de sementes tratadas com inseticidas foi pequeno, inclusive na testemunha, com algumas frequências menores que 1, o que impossibilitou a aplicação de teste estatístico. Porém, em estádios com V2 e V5 observou-se um maior número de plantas infectadas, permitindo-se algumas considerações (Tabela 14). Entre os inseticidas testados em tratamentos de sementes, o clorantraniliprole e o tiametoxam apresentaram 45% e 18% de todas as plantas sintomáticas, respectivamente. Para clorantraniliprole, verificou-se transmissão a partir de V2, mostrando ineficácia em controlar a inoculação do espiroplasma por cigarrinha infectadas. Por outro lado, não foram observados sintomas em plantas cujas sementes foram tratadas com clotianidina (Tabela 14), sugerindo que este inseticida pode ser mais eficaz em prevenir a transmissão de *S. kunkelii*.

Tabela 14. Número de plantas que desenvolveram sintomas de enfezamento pálido após tratamento de sementes com inseticidas e exposição aos adultos de *Dalbulus maidis* infectados com *Spiroplasma kunkelii* em sucessivos estádios fenológicos

Estádio fenológico do milho	Tratamentos de sementes			
	clotianidina	tiametoxam	clorantraniliprole	testemunha (sem inseticida)
V2	0/10	0/10	4/10	4/10
V3	0/10	0/10	0/10	0/10
V4	0/10	0/10	0/10	2/10
V5	0/10	4/10	2/10	2/10
V6	0/10	0/10	4/10	0/10
Total	0/50	4/50	10/50	8/50

Cada tratamento teve 10 repetições, sendo cada repetição constituída por uma planta de milho exposta a 10 adultos de *D. maidis* infectados com *S. kunkelii* por 120 h

5. DISCUSSÃO

O conjunto de práticas agrícolas, que tem como objetivo proteger as plantas contra o ataque de pragas, busca integrar os métodos disponíveis para tomar decisões, avaliar, identificar e monitorar os danos causados por alguns artrópodes (BARZMAN et al., 2015; EHLER, 2006; KOGAN, 2002). Uma ferramenta bastante usada no manejo integrado de pragas (MIP) é o controle químico, na qual sua importância é relatada para várias culturas e insetos. Os inseticidas são separados em cinco grupos que apresentam diversos modos de ação sobre os insetos (IRAC, 2018), podendo controlar não só a fase adulta, mas também ninfas e/ou ovos, como mostra Kovariková et al.(2017).

Entretanto, poucos estudos foram realizados buscando inseticidas eficazes para a cigarrinha-do-milho, (OLIVEIRA et al., 2007; OLIVEIRA; SABATO, 2018). Assim, os resultados obtidos neste trabalho com o experimento de tratamento de sementes com inseticidas no controle de adultos de *D. maidis* sadios mostram que, de maneira geral, o tratamento com clotianidina, pertencente ao grupo químico dos neonicotinoides, forneceu uma maior proteção às plantas de milhos. Resultados semelhantes foram obtidos por Ding et al. (2018), nos quais a aplicação de clotianidina em tratamento de sementes propiciou o controle de trips, evitando perdas na produção de milho. Outros hemípteros, como os pulgões, também são controlados com eficácia por neonicotinoides usados em tratamentos de sementes de soja (MAGALHAES; HUNT; SIEGFRIED, 2009).

Verificou-se no presente trabalho que as eficácias de controle de *D. maidis* pelos tratamentos de sementes com inseticidas decresceram com o desenvolvimento da cultura. Um experimento realizado por Alford e Krupke (2017) mostrou que as concentrações de clotianidina diminuíram dentro dos tecidos vegetais conforme a planta de milho foi crescendo. Um fator que pode estar relacionado com essa ocorrência é a solubilidade dos neonicotinoides. Tiametoxam, por exemplo, tem solubilidade em água de 4.100 mg/L (considerada alta) ocasionando uma rápida absorção e metabolização deste produto pelas sementes após o plantio, tendo maior concentração nos tecidos mais velhos do que nos novos (BONMATIN et al., 2015; JESCHKE et al., 2011; MAGALHAES; HUNT; SIEGFRIED, 2009; MAIENFISCH et al., 2001). Assim, a água proveniente da irrigação pode lixiviar estes inseticidas presentes na região das sementes (BONMATIN et al., 2019), reduzindo seu controle com o passar do tempo. Alford e Krupke (2017), ao quantificar nas folhas de milho a

concentração de clotianidina, mostraram que menos 1,5% deste produto foi encontrado na parte aérea da planta após 20 dias do tratamento da semente. Nas folhas de feijão foram encontradas concentrações próximas de zero após 28 dias da aplicação de tiametoxam ou imidacloprido em sementes (NAULT et al., 2004), comprovando a redução da eficácia dos neonicotinoides obtidos neste trabalho. Apesar dos tratamentos de sementes serem eficazes para a proteção inicial dos cultivos, sua eficácia reduz com o envelhecimento da planta.

As propriedades físicas dos neonicotinoides, tiametoxam e clotianidina, podem ter sido os fatores que contribuíram com a redução da alimentação dos insetos em plantas de milho no presente estudo, cujas sementes receberam tratamento com estes inseticidas. Tiametoxam e clotianidina (neonicotinoides) por serem solúveis em água, foram absorvidos pelas sementes logo no começo do desenvolvimento vegetal (ELBERT et al., 2008; LANKA et al., 2013; MAGALHAES; HUNT; SIEGFRIED, 2009; TOMIZAWA; CASIDA, 2003). Consequentemente, ao se alimentarem destas plantas no estágio fenológico V2 (plantas de milho com 18 dias após a semeadura), os insetos ingeriram os inseticidas ainda presentes nos vegetais, o que levou à redução da ingestão de seiva.

Em um estudo realizado com *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), 45% das ninfas e apenas 25% dos adultos morreram quando expostos às diâmidas (TUELHER et al., 2017). Barrania e Abou-Taleb (2014) mostraram que a redução de mosca-branca, em campos de algodão após um dia da pulverização com clorantraniliprole, foi de 26,42%. Ao contrário do que foi relatado em alguns artigos com Hemipteras, clorantraniliprole propiciou uma das maiores mortalidades da *D. maidis* neste trabalho. Este ingrediente ativo é mais eficaz sobre insetos mastigadores, como Lepidoptera, do que em sugadores, como Hemiptera (JEANGUENAT, 2013; SELBY; LAHM; STEVENSON, 2017). O consumo alimentar de *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) foi interrompido após 25,3 min se alimentando de plantas de tomate tratadas com clorantraniliprole, gerando danos de apenas 0,7 mm², enquanto que *Spodoptera zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) cessou a alimentação com 20,3 min e causou danos de 1,2 mm², em plantas sem inseticidas a alimentação reduziu depois de 2880 min, ocorrendo danos maiores que 71,9 mm² para ambas as espécies (HANNIG; ZIEGLER; PAULA, 2009). Este ingrediente ativo em baixa concentração (0,001 µg/mL) já é capaz de controlar *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) em lavouras de algodão (CAO et al., 2010). Nos

experimentos em que foram avaliados os efeitos dos inseticidas sobre a taxa de alimentação da cigarrinha, o consumo da seiva do floema pelos insetos em plantas tratadas com diamida foi maior do que nos outros tratamentos com os neonicotinoides, evidenciando que este ingrediente ativo tem pouca ação contra insetos sugadores (SATHYAN et al., 2016). Porém, uma outra diamida, ciantraniliprole, é uma boa opção para o uso no manejo integrado de hemípteros (SELBY; LAHM; STEVENSON, 2017).

A pulverização foliar é uma das formas de aplicação de diversos produtos químicos para o controle de várias pragas agrícolas, porém, pouco estudada para o manejo de *D. maidis*. Nos experimentos envolvendo pulverizações com inseticidas nesta pesquisa, metomil teve maior mortalidade quando comparado com os outros tratamentos. Chakraborty, Somchoudhury e Chowdhury (2015) afirmam que o metomil contribuiu para o controle de *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) e de lagartas de *Helicoverpa armigera*, reduzindo os danos em plantas de pimenta e de guandu. Para o manejo da cochonilha *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae), o uso de imidacloprido, metomil, tiametoxam e clorpirifós podem reduzir em média 87% da população de inseto com a realização de pulverização foliar no algodão (EL-ZAHI; EL-SALAM AREF; MOHAMMAD KORISH, 2016).

Apesar do carbamato ter se destacado entre os tratamentos em pulverização, sua eficácia foi baixa (<80%) (EMBRAPA, 2004) nos resultados encontrados. Em estudo realizado com *Halyomorpha halys* (Halyha) (Hemiptera: Pentatomidae) metomil controlou apenas 45% dos insetos testados (MORRISON; POLING; LESKEY, 2017). Já Rodriguez-Saona, Holdcraft e Kyryczenko-Roth (2019) conseguiram um controle de 67% de pulgões no primeiro dia e nenhum controle no terceiro dia de avaliação em “blueberry”, após pulverização com metomil. Vários estudos relatam que há resistência de alguns grupos de insetos aos carbamatos, decorrente do seu uso em várias culturas e em diversas partes do mundo desde 1966 (AKTARA et al., 2011; BAEK et al., 2016; BIRD, 2018; HERRON; JAMES, 2005; TANG et al., 2017), porém, não há relatos sobre *D. maidis*, sendo preciso mais estudos para se chegar a alguma conclusão.

Neonicotinoides em pulverização foliar tiveram eficácias menores quando comparados com os neonicotinoides em tratamentos de sementes. Boiteau, Osborn e Drew (1997) afirma que imidacloprido, aplicado via foliar, demorou cinco dias para matar apenas 37% dos pulgões. Este ingrediente ativo é degradado rapidamente em altas temperaturas e

luminosidade, assim é possível entender a sua baixa eficácia ao ser aplicado sobre as folhas do milho (LIU et al., 2006; SCHOLZ; REINHARD, 1999), uma vez que o experimento foi conduzido em casa de vegetação onde existe altas temperaturas e incidência de luz solar.

Piretroides possuem um efeito “knockdown”, que paralisa os insetos inicialmente podendo ou não causar a morte. Pequenas doses de deltametrina podem prolongar o efeito de “knockdown” em moscas tsé-tsé e após algumas horas, seus movimentos retornam (QUINLAN; GATEHOUSE, 1981). Filho et al. (2002) avaliaram a variação da abundância de alguns insetos após aplicação de clorpirifós em uma lavoura de milho, e perceberam que a população de *D. maidis* reduziu depois de 7 dias da pulverização. Lee, Wright e Leskey (2013) comprovaram que as piretroides têm efeitos mais rápidos (efeito de choque) que os organofosforados, uma vez que estes demoraram mais de 4,5 h para paralisar o pentatomídeo estudado. Este fato pode explicar o motivo pelo qual os insetos conseguiram alimentar mais de plantas pulverizadas com clorpirifós do que com os outros inseticidas no experimento realizado para avaliar a taxa de alimentação da cigarrinha-do-milho.

Compreender algumas mudanças no comportamento das pragas são importantes para escolher adequadamente as ferramentas do manejo integrado. Cigarrinhas-do-milho infectadas com espiroplasmas sobrevivem mais às baixas temperaturas do que sadias (EBBERT; LOWELL R. NAULT, 1994). Os dados do presente trabalho mostram que os insetos infectados apresentaram alta mortalidade nos dois tipos de aplicação (tratamento de sementes e pulverização foliar). Os dados de insetos confinados em plantas no estágio fenológico V2, cujas as sementes foram tratadas com clotianidina e tiametoxam, indicam eficácias superiores a 94%, em todos os períodos de avaliação, evidenciando que os neonicotinoides em tratamento de sementes são eficazes no controle das cigarrinhas infectadas. Oliveira et al. (2007) relataram eficácias de 79% para imidacloprido e 70% para tiametoxam em sementes tratadas para o controle de *D. maidis* infectada com espiroplasma.

Durante a colonização do espiroplasma na *D. maidis*, alguns tecidos musculares são danificados. Estudos mostraram degradação das células musculares do mesêntero e dos túbulos de Malpighi em insetos infectados por *S. kunkelii*, evidenciando que este espiroplasma utiliza nutrientes provenientes do sarcolema das células musculares (KWON; WAYADANDE; FLETCHER, 2007; ÖZBEK et al., 2003). Nault et al. (1984) observaram que os mollicutes do milho reduziram a taxa de sobrevivência da cigarrinha *Dalbulus longulus* DeLong 1950 (Hemiptera: Cicadellidae). Em outro estudo, verificou-se que o fitopatógeno

comprometeu significativamente a longevidade de *Dalbulus elimatus* (Ball) (Hemiptera: Cicadellidae) (GRANADOS; MEEHAN, 1975). Diante disso, é possível relacionar o espiroplasma às altas mortalidades ocasionadas pela exposição aos produtos químicos. Uma vez que os insetos não estavam em suas perfeitas condições, os inseticidas atuaram acelerando o óbito.

Inoculações de *S. kunkelii* em plantas de milho recém germinadas ocasionam sintomas mais severos, como consequência da suscetibilidade das plantas no início do desenvolvimento do vegetal, uma vez que o fitopatógeno tem mais tempo para se estabelecer nas plantas nova de milho (HRUSKA; PERALTA, 1997). Isto foi possível observar no experimento de interferência na transmissão de espiroplasma por inseticidas aplicados em sementes de milho, nas quais as plantas confinadas com insetos infectados com *S. kunkelii* em V2 representaram aproximadamente 40% das plantas com sintomas diagnósticos de enfezamento pálido. Ao contrário do que aconteceu no experimento de interferência na transmissão do fitopatógeno pelos inseticidas pulverizados em plantas de milho, onde apenas 3 plantas infestadas no estágio fenológico V2 apresentaram enfezamento.

No entanto, clorpirifós (pulverização foliar) e clorantraniliprole (tratamento de semente) e tiametoxam (tratamento de semente) apresentaram maiores incidência de plantas sintomáticas do que nos outros tratamentos, com exceção da testemunha. Provavelmente, estes insetos conseguiram se alimentar mais das plantas tratadas com clorpirifós e clorantraniliprole permitindo a transmissão do fitopatógeno, como mostra no experimento de taxa de alimentação (Figura 3 e 4). A eficácia de controle de tiametoxam nas sementes sofre redução conforme avança o desenvolvimento do vegetal. Assim, a transmissão do *S. kunkelii* ocorreu quando as cigarrinhas se alimentaram de plantas no estágio fenológico V5, devido à pouca concentração do composto químico nos tecidos vegetais.

Em média 19% das plantas inoculadas com espiroplasma apresentaram sintomas de enfezamento pálido, tanto na pulverização foliar quanto no tratamento de sementes com inseticidas. Devido à alta mortalidade dos insetos, a transmissão pode ter sido prejudicada. A inoculação do espiroplasma pode ocorrer com apenas 1 h de alimentação, porém, os dados indicam que os insetos morreram antes disso ocorrer (ALIVIZATOS; MARKHAM, 1986). Com

isso, as aplicações químicas são ferramentas que podem ajudar na proteção das lavouras em regiões com alta incidência dos enfezamentos.

6. CONCLUSÃO

- Inseticidas em tratamento de sementes de milho são mais eficazes no controle de *Dalbulus maidis* até 25 dias após a semeadura, a partir de 72 h de exposição dos insetos às plantas tratadas, com decréscimo na eficácia com o desenvolvimento vegetativo do milho;

- Inseticidas em pulverização foliar mostram baixa eficácia no controle de adultos de *D. maidis*, mas reduzem a alimentação deste inseto vetor e a taxa de transmissão de *Spiroplasma kunkelii*;

- O tratamento de sementes com inseticidas, complementado com aplicações em cobertura em estágios vegetativos mais avançados, com 32 dias após a semeadura, pode reduzir a disseminação de *S. kunkelii* por *D. maidis* e contribuir para a redução de perdas na produção de milho pelo enfezamento pálido.

REFERÊNCIAS

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

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 2019. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 12 de jul. 2019

AKTARA, M. W.; SAMSUL ALAMB; DWAIPAYAN SENGUPTAC; ASHIM CHOWDHURY. Degradation dynamics of an oxime carbamate insecticide (methomyl) in aqueous medium of varying pH under laboratory simulated condition. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, v. 2, n. 3, p. 225–234, 2011.

ALFORD, A.; KRUPKE, C. H. Translocation of the neonicotinoid seed treatment clothianidin in maize. **PLoS ONE**, v. 12, n. 3, p. 1–19, 2017.

ALIVIZATOS, A. S.; MARKHAM, P. G. Acquisition and transmission of corn stunt spiroplasma by its leafhopper vector *Dalbulus maidis*. **Annals of Applied Biology**, v. 108, n. 3, p. 535–544, 1986.

AMMAR, E.-D.; HOGENHOUT, S. A. Use of Immunofluorescence Confocal Laser Scanning Microscopy to Study Distribution of the Bacterium Corn Stunt Spiroplasma in Vector Leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) and in Host Plants. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 96, n. 6, p. 820-826, 2005.

BAEK, S. H.; KANG, J. H.; HWANG, Y. H.; OK, K. M.; KWAK, K.; CHUN, H. S. Detection of Methomyl, a Carbamate Insecticide, in Food Matrices Using Terahertz Time-Domain Spectroscopy. **Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves**, v. 37, n. 5, p. 486–497, 2016.

BARRANIA, A. A.; ABOU-TALEB, H. K. Field Efficiency of Some Insecticide Treatments against Whitefly, Bemisia tabaci, Cotton Aphid, Aphis gossypii and Their Associated Predator, Chrysopa vulgaris, in Cotton Plants. **Alex. J. Agric. Res**, v. 59, n. 2, p. 105–111, 2014.

Disponível

em:

<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.708.8655&rep=rep1&type=pdf>

>. Acesso em: 10 de jul. 2019.

BARROS, T. S. L.; DAVIS, R. E.; RESENDE, R. O.; DALLY, E. L. Design of a Polymerase Chain Reaction for Specific Detection of Corn Stunt Spiroplasma. **Plant Disease**, v. 85, n. 5, p. 475–480, 2001.

BARZMAN, M.; BÀRBERI, P.; BIRCH, A. N. E.; BOONEKAMP, P.; DACHBRODT-SAAAYDEH, S.; GRAF, B.; HOMMEL, B.; JENSEN, J. E.; KISS, J.; KUDSK, P.; LAMICHHANE, J. R.; MESSÉAN, A.; MOONEN, A. C.; RATNADASS, A.; RICCI, P.; SARAH, J. L.; SATTIN, M. Eight principles of integrated pest management. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, n. 4, p. 1199–1215, 2015.

BEADLE, G. W. The ancestry of corn. **Scientific American**, v. 242, n. 1, p. 112–119, 1980.

BHIRUD, K. M.; PITRE, H. N. Bioactivity of Systemic Insecticides in Corn: Relationship to Leafhopper Vector Control and Corn Stunt Disease Incidence. **Journal of Economic Entomology**, v. 65, n. 4, p. 1134–1140, 1972.

BIRD, L. J. Pyrethroid and carbamate resistance in Australian Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae) from 2008 to 2015: What has changed since the introduction of Bt cotton? **Bulletin of Entomological Research**, v. 108, n. 6, p. 781–791, 2018.

BOINA, D. R.; ONAGBOLA, E. O.; SALYANI, M.; STELINSKI, L. L. Antifeedant and sublethal effects of imidacloprid on Asian citrus psyllid, Diaphorina citri. **Pest Management Science**, v. 65, n. 8, p. 870–877, 2009.

BOITEAU, G.; OSBORN, W. P. L.; DREW, M. E. Residual Activity of Imidacloprid Controlling Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) and Three Species of Potato Colonizing Aphids (Homoptera: Aphidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 90, n. 2, p. 309–319, 1997.

BONMATIN, J. M.; GIORIO, C.; GIROLAMI, V.; GOULSON, D.; KREUTZWEISER, D. P.; KRUPKE, C.; LIESS, M.; LONG, E.; MARZARO, M.; MITCHELL, E. A.; NOOME, D. A.; SIMON-DELSO, N.; TAPPARO, A. Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 1, p. 35–67, 2015.

BONMATIN, J. M.; NOOME, D. A.; MORENO, H.; MITCHELL, E. A. D.; GLAUSER, G.; SOUMANA, O. S.; BIJLEVELD VAN LEXMOND, M.; SÁNCHEZ-BAYO, F. A survey and risk assessment of neonicotinoids in water, soil and sediments of Belize. **Environmental Pollution**, v. 249, p. 949–958, 2019.

BOVÉ, J. M.; RENAUDIN, J.; SAILLARD, C.; FOISSAC, X.; GARNIER, M. SPIROPLASMA CITRI , A PLANT PATHOGENIC MOLLICUTE : Relationships with Its Two Hosts, the Plant and the Leafhopper Vector. **Annual Review of Phytopathology**, v. 41, n. 1, p. 483–500, 2003. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.phyto.41.052102.104034>>. Acesso em: 11 de jul. 2019.

CAO, G.; LU, Q.; ZHANG, L.; GUO, F.; LIANG, G.; WU, K.; WYCKHUYS, K. A. G.; GUO, Y. Toxicity of chlorantraniliprole to Cry1Ac-susceptible and resistant strains of *Helicoverpa armigera*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 98, n. 1, p. 99–103, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.pestbp.2010.05.006>>. Acesso em: 15 de jul. 2019.

CARLE, P.; LAIGRET, F.; TULLY, J. G.; BOVE, J. M. Heterogeneity of Genome Sizes within the Genus *Spiroplasma*. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 45, n. 1, p. 178–181, 2009.

CASTLE, S.; PALUMBO, J.; MERTEN, P.; COWDEN, C.; PRABHAKER, N. Effects of foliar and systemic insecticides on whitefly transmission and incidence of Cucurbit yellow stunting disorder virus. **Pest Management Science**, v. 73, n. 7, p. 1462–1472, 2017.

CHAKRABORTY, S.; SOMCHOUDHURY, A.; CHOWDHURY, A. Bio-efficacy and Residue Studies of Methomyl (Lannate 40 sp) against Pest Complex of Chilli (*Capsicum frutescens* L.) and Pigeon Pea (*Cajanus cajan* L. Millsp.). **EC Agriculture**, v. 23, p. 505–513, 2015.

CHANG, C. Pathogenicity of Aster Yellows Phytoplasma and Spiroplasma citri on Periwinkle. **The American Phytopathological Society**, v. 88, n. 12, p. 1347–1350, 1998.

CHEN, T. A.; LIAO, C. H. Corn Stunt Spiroplasma : Isolation , Cultivation , and Proof of Pathogenicity. **Science**, v. 188, n. 4192, p. 1015–1018, 1975.

CHEN, X. D.; SEO, M.; STELINSKI, L. L. Behavioral and hormetic effects of the butenolide insecticide, flupyradifurone, on Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*. **Crop Protection**, v. 98, p. 102–107, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2017.03.017>>. Acesso em: 15 de jul. 2019.

CITTI, C.; FRISONI, E. D.; KUO, C.; BARANOWSKI, E. Horizontal Gene Transfers in Mycoplasmas. **Curr. Issues Mol. Biol**, v. 29, p. 3–22, 2018.

CLARK, T. B. Diversity of Arthropod Reservoirs and Spiroplasmas : Relationships Host-Parasite. **Advancement Of Science**, v. 217, n. 4554, p. 57–59, 1982.

CLARK, T. B.; WHITCOMB, R. F.; TULLY, J. G.; MOUCHES, C.; SAILLARD, C.; BOVE, J. M.; WROBLEWSKI, H.; CARLE, P.; ROSE, D. L.; HENEGAR, R. B.; WILLIAMSON, D. L. Spiroplasma rnelliferum , a New Species from the Honeybee (*Apis mellifera*). **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 35, n. 3, p. 296–308, 1985.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira. **Companhia Nacional de Abastecimento**, v. 6, n. 10, p. 1–34, 2019.

DAVIS, R. Biology of the Leafhopper *Dalbulus maidis* at Selected Temperatures. **Journal of Economic Entomology**, v. 59, n. 3, p. 766–766, 1966. Disponível em: <<http://ag.udel.edu/delpha/7113.pdf>>. Acesso em: 19 de jul. 2019.

DELGADO, C. L. Rising Consumption of Meat and Milk in Developing Countries Has Created a New Food Revolution. **The Journal of Nutrition**, v. 133, n. 11, p. 3907S-3910S, 2003.

DEUTSCH, C. A.; HUEY, R. B.; TEWKSBURY, J. J.; TIGCHELAAR, M.; BATTISTI, D. S.; MERRILL, S. C.; NAYLOR, R. L. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. **Science**, v. 361, n. 6405, p. 916–919, 2018.

DING, J.; LI, H.; ZHANG, Z.; LIN, J.; LIU, F.; MU, W. Thiamethoxam, Clothianidin, and Imidacloprid Seed Treatments Effectively Control Thrips on Corn Under Field Conditions. **Journal of insect science (Online)**, v. 18, n. 6, p. 0–7, 2018.

DOYLE, J.J.; DOYLE, J.L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. **Phytochemical Bulletin**, v.19, p.11-15, 1987.

EBBERT, M. A.; LOWELL R. NAULT. Improved overwintering ability in *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae) vectors infected with *Spiroplasma kunkelii* (Mycoplasmatales: Spiroplasmataceae). **Entomological Society of America**, v. 23, n. 3, p. 634–644, 1994.

EHLER, L. E. Perspective Integrated pest management (IPM): definition, historical development and implementation, and the other IPM. **Society of Chemical Industry. Pest Manag Sci**, v. 62, n. 768420433, p. 787–789, 2006.

EL-ZAHI, E. Z. S.; EL-SALAM AREF, S. A.; MOHAMMAD KORISH, S. K. The cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) as a new menace to cotton in Egypt and its chemical control. **Journal of Plant Protection Research**, v. 56, n. 2, p. 111–115, 2016.

ELBERT, A.; HAAS, M.; SPRINGER, B.; THIELERT, W.; NAUEN, R. Mini-review Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection. **Society of Chemical Industry. Pest Manag Sci**, v. 64, n. 768420433, p. 1099–1105, 2008. Disponível em: <<http://www.cro3.org/cgi/doi/10.5860/CHOICE.35-3295%5Cnhttp://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/532/cap10.pdf>>. Acesso em: 19 de jul. 2019.

EMBRAPA. Normas para avaliação e para a indicação de inseticidas. **Documentos Online**, v. 38, 2004. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do38_9.htm>. Acesso em: 19 de jul. 2019.

FILHO, M. M.; DELLA, T. M. C.; CRUZ, I.; GUEDES, R. N. C. Response to the insecticide chlorpyrifos by arthropods on maize canopy. **International Journal of Pest Management**, v. 48, n. 3, p. 203–210, 2002.

GAURIVAUD, P.; LAIGRET, F.; GARNIER, M.; BOVE, J. M. Fructose utilization and pathogenicity of *Spiroplasma citri* : characterization of the fructose operon. **Gene**, v. 252, p. 61–69, 2000.

GOUVÊA, M. M.; FREITAS, D. M. S.; REZENDE, J. A. M.; WATANABE, L. F. M.; LOURENÇÃO, A. L. Bioassay of insecticides on mortality of *Bemisia tabaci* biotype B and transmission of Tomato severe rugose virus (ToSRV) on tomatoes. **Phytoparasitica**, v. 45, n. 1, p. 95–101, 2017.

GRANADOS, R. R.; MEEHAN, D. J. Pathogenicity of the corn stunt agent to an insect vector, *Dalbulus elimatus*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 26, n. 3, p. 313–320, 1975.

GUSSIE, J. S.; FLETCHER, J.; CLAYPOOL, P. L. Movement and multiplication of *Spiroplasma kunkelii* in corn. **The American Phytopathological Society**, v. 85, n. 10, p. 1093–1098, 1995.

HANNIG, G. T.; ZIEGLER, M.; PAULA, G. M. Feeding cessation effects of chlorantraniliprole, a new anthranilic diamide insecticide, in comparison with several insecticides in distinct chemical classes and mode-of-action groups. **Pest Management Science**, v. 65, n. 9, p. 969–974, 2009.

HANOVER, L. M.; WHITE, J. S. Manufacturing, composition, and applications of fructose. **American Society for Clinical Nutrition**, v. 58, n. January, p. 724–732, 1993.

HEADY, S. E.; MADDEN, L. V.; NAULT, L. R. Oviposition Behavior of Dalbulus Leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 78, n. 6, p. 723–727, 1985.

HEADY, S. E.; NAULT, L. R. Leafhopper Egg Microfilaments (Homoptera: Cicadellidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 77, n. 5, p. 610–615, 1984.

HERRON, G. A.; JAMES, T. M. Monitoring insecticide resistance in Australian *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera:Thripidae) detects fipronil and spinosad resistance. **Australian Journal of Entomology**, v. 44, n. 3, p. 299–303, 2005.

HRUSKA, A. J.; PERALTA, M. G. Maize Response to Corn Leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) Infestation and Achaparramiento Disease. **Journal of Economic Entomology**, v. 90, n. 2, p. 604–610, 1997.

IRAC (Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas). Classificação do Modo de Ação de Inseticidas. **Folheto**. Versão 9.1. 2018. Disponível em: <https://docs.wixstatic.com/ugd/2bed6c_286bc69768d7411aad20682dc95a99e2.pdf>. Acesso em: 06 de ago. 2019.

JEANGUENAT, A. The story of a new insecticidal chemistry class: The diamides. **Pest Management Science**, v. 69, n. 1, p. 7–14, 2013.

JESCHKE, P.; NAUEN, R.; SCHINDLER, M.; ELBERT, A. Overview of the status and global strategy for neonicotinoids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 7, p. 2897–2908, 2011.

JOSEPH, S. V.; ZARATE, J. Comparing efficacy of insecticides against cabbage maggot (Diptera: Anthomyiidae) in the laboratory. **Crop Protection**, v. 77, p. 148–156, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2015.07.022>>. Acesso em: 16 de jul. 2019.

KARAM, D.; MELHORANÇA, A. L.; OLIVEIRA, M. F. De. Plantas Daninhas na Cultura do Milho 79. **Circular Técnica 79**, p. 1–8, 2006.

KINTAJIMA, E. W.; COSTA, A. S. Microscopia eletrônica de microrganismos tipo micoplasma nos tecidos de milho afetado pelo enfezamento e nos órgãos da cigarrinha vectora portadora. **Bragantia**, v. 31, n. 6, p. 75–87, 1972.

KOGAN, M. Integrated Pest Management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. **Annual Review of Entomology**, v. 43, n. 1, p. 243–270, 2002.

KOVARÍKOVÁ, K.; HOLÝ, K.; SKUHROVEC, J.; SASKA, P. The efficacy of insecticides against eggs and nymphs of *Aleyrodes proletella* (Hemiptera: Aleyrodidae) under laboratory conditions. **Crop Protection**, v. 98, p. 40–45, 2017.

KWON, M.-O.; WAYADANDE, A. C.; FLETCHER, J. Spiroplasma citri Movement into the Intestines and Salivary Glands of Its Leafhopper Vector, *Circulifer tenellus*. **Phytopathology**, v. 89, n. 12, p. 1144–1151, 2007.

LANKA, S. K.; OTTEA, J. A.; DAVIS, J. A.; HERNANDEZ, A. B.; STOUT, M. J. Systemic effects of thiamethoxam and chlorantraniliprole seed treatments on adult *Lissorhoptrus oryzophilus* (Coleoptera: Curculionidae) in rice. **Pest Management Science**, v. 69, n. 2, p. 250–256, 2013.

LARSEN, K. J.; NAULT, L. R.; MOYA-RAYGOZA, G. Overwintering Biology of Dalbulus Leafhoppers (Homoptera : Cicadellidae): Adult Populations and Drought Hardiness. 1992.

LEE, D.-H.; WRIGHT, S. E.; LESKEY, T. C. Impact of Insecticide Residue Exposure on the Invasive Pest, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): Analysis of Adult Mobility. **Journal of Economic Entomology**, v. 106, n. 1, p. 150–158, 2013.

LEGRAND, A. I.; POWER, A. G. Inoculation and acquisition of maize bushy stunt mycoplasma by its leafhopper vector *Dalbulus maidis*. **Annals of Applied Biology**, v. 125, n. 1, p. 115–122, 1994.

LIU, W.; ZHENG, W.; MA, Y.; LIU, K. Sorption and degradation of imidacloprid in soil and water. **Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes**, v. 41, n. 5, p. 623–634, 2006.

MAGALHAES, L. C.; HUNT, T. E.; SIEGFRIED, B. D. Efficacy of Neonicotinoid Seed Treatments to Reduce Soybean Aphid Populations Under Field and Controlled Conditions in Nebraska. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 1, p. 187–195, 2009.

MAIENFISCH, P.; ANGST, M.; BRANDL, F.; FISCHER, W.; HOFER, D.; KAYSER, H.; KOBEL, W.; RINDLISBACHER, A.; SENN, R.; STEINEMANN, A.; WIDMER, H. Chemistry and biology of thiamethoxam: A second generation neonicotinoid. **Pest Management Science**, v. 57, n. 10, p. 906–913, 2001.

MAQUIAVEL, Nicolau. **O Príncipe**. 3ª ed. Trad. Maria Júlia Goldwasser. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

MARAMOROSCH, K.; RAYCHAUDHURI, S. P. **Mycoplasma Diseases of Crops Basic and Applied Aspects**. 1988 Disponível em: <<http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000>>. Acesso em: 10 de jul. 2019.

MARTINEZ HERNANDEZ, E.; NG, K. S. Design of biorefinery systems for conversion of corn stover into biofuels using a biorefinery engineering framework. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 20, n. 7, p. 1501–1514, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10098-017-1477-z>>. Acesso em: 13 de jul. 2019.

MORRISON, W. R.; POLING, B.; LESKEY, T. C. The consequences of sublethal exposure to insecticide on the survivorship and mobility of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). **Pest Management Science**, v. 73, n. 2, p. 389–396, 2017.

MOUCHES, C.; BOVÉ, J. M.; TULLY, J. G.; ROSE, D. L.; MCCOY, R. E.; CARLE-JUNCA, P.; GARNIER, M.; SAILLARD, C. *Spiroplasma apis*, a new species from the honey-bee *Apis mellifera*. **Ann. Microbiol. (Inst. Pasteur)**, v. 134, p. 383–397, 1983.

MOYA-RAYGOZA, G.; TORRES-MORENO, R.; TRIAPITSYN, S. V. Two New Records of Egg Parasitoids for *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae): *Ufens niger* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Anagrus nigriventris* (Hymenoptera: Mymaridae) . **Florida Entomologist**, v. 100, n. 4, p. 807–808, 2017.

MOYA-RAYGOZA, G.; TRUJILLO-ARRIAGA, J. Dryinid (Hym.: Dryinidae) parasitoids of *Dalbulus* leafhopper (Hom.: Cicadellidae) in Mexico. **Entomophaga**, v. 38, n. 1, p. 41–49, 1993.

NAULT, B. A.; TAYLOR, A. G.; URWILER, M.; RABAEY, T.; HUTCHISON, W. D. Neonicotinoid seed treatments for managing potato leafhopper infestations in snap bean. **Crop Protection**, v. 23, n. 2, p. 147–154, 2004.

NAULT, L. Origins of leafhopper vectors of maize pathogens in Mesoamerica. **Proceedings of the International Maize Virus Diseases Colloquium and Workshop**, p. 75–82, 1983. Disponível em: <<http://ag.udel.edu/delpha/7113.pdf>>. Acesso em: 10 de jul. 2019.

NAULT, L. R. **Maize Bushy Stunt and Corn Stunt: A Comparison of Disease Symptoms, Pathogen Host Ranges, and Vectors**, 1980. Disponível em: <http://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1980Abstracts/Phyto70_659.htm>. Acesso em: 20 de jul. 2019.

NAULT, L. R. Arthropod Transmission of plant viruses: A new synthesis. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 90, n. 5, p. 521–541, 1997.

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.; MADDEN, L. V.; STYER, W. E.; TRIPLEHORN, B. W.; SHAMBAUGH, G. F.; HEADY, S. E. **Phylogeneticity of Corn Stunt Spiroplasma and Maize Bushy Stunt Mycoplasma to their vector, *Dalbulus longulus***, 1984.

OERKE, E. C. Crop losses to pests. **Journal of Agricultural Science**, v. 144, n. 1, p. 31–43, 2006.

OLESKOWICZ-POPIEL, P.; LISIECKI, P.; HOLM-NIELSEN, J. B.; THOMSEN, A. B.; THOMSEN, M. H. Ethanol production from maize silage as lignocellulosic biomass in anaerobically digested and wet-oxidized manure. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 13, p. 5327–5334, 2008.

OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. R. S.; DIAS, C. T. dos S.; NAULT, L. R. Influence of Latitude and Elevation on Polymorphism Among Populations of the Corn Leafhopper , *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott) (Hemiptera : Cicadellidae), in Brazil. **PHYSIOLOGICAL ECOLOGY**, v. 33, n. 5, p. 1192–1199, 2004.

OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. R. S.; NAULT, L. R. Survival strategies of *Dalbulus maidis* during maize off-season in Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 147, n. 2, p. 141–153, 2013.

OLIVEIRA, C. M. De; LOPES, J. R. S.; CAMARGO, L. E. A.; FUNGARO, M. H. P.; NAULT, L. R. Genetic Diversity in Populations of *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) from Distant Localities in Brazil Assessed by RAPD-PCR Markers. **Environmental Entomology**, v. 36, n. 1, p. 204–212, 2007. a.

OLIVEIRA, C. M. De; OLIVEIRA, E. De; SOUZA, I. R. P. De; ALVES, E.; DOLEZAL, W.; PARADELL, S.; LENICOV, A. M. M. de R.; FRIZZAS, M. R. Abundance and species richness of leafhoppers and planthoppers (Hemiptera: Cicadellidae and Delphacidae) in brazilian maize crops. **Florida Entomologist**, v. 96, n. 4, p. 1470–1481, 2013.

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, C. M. De; SABATO, E. de O. Estratégias de Manejo de *Dalbulus maidis*, para controle de enfezamentos e virose na cultura do milho. In: PAES, M. C. D.; PINHO, R. G. Von; MOREIRA, S. G. (Eds.). **Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil**. Sete Lagoas, MG, 2018. p. 749–780.

OLIVEIRA, E. D. E.; OLIVEIRA, C. M. D. E.; SOUZA, I. R. P. D. E.; MAGALHÃES, P. C.; CRUZ, I. Enfezamentos em milho: Expressão de sintomas foliare, detecção dos mollicutes e interação com genótipos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, n. 1, p. 53–62, 2002. a.

OLIVEIRA, E.; MAGALHÃES, P. C.; GOMIDE, R. L.; VASCONCELOS, C. A.; SOUZA, I. R. P.; OLIVEIRA, C. M.; CRUZ, I.; SCHAFFERT, R. E. Growth and Nutrition of Mollicute-Infected Maize. **Plant Disease**, v. 86, n. 9, p. 945–949, 2002. b.

OLIVEIRA, E.; TERNES, S.; VILAMIU, R.; LANDAU, E. C.; OLIVEIRA, C. M. De. Abundance of the insect vector of two different Mollicutes plant pathogens in the vegetative maize cycle. **Phytopathogenic Mollicutes**, v. 5, n. 1s, p. S117, 2015.

OLIVEIRA, C. M.; SABATO, E. O. Controle químico da cigarrinha *Dalbulus maidis* e efeito na incidência dos enfezamentos do milho. In: OLIVEIRA, C.M.; SABATO, E.O. **Doenças em milho**. Brasília, 2017. p.113- 120.

OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. R. S.; QUERINO, R. B. Técnicas de criação da cigarrinha-do-milho para estudo de transmissão e de controle biológico. In: OLIVEIRA, C.M.; SABATO, E.O. **Doenças em milho**. Brasília, 2017. p.155- 179.

OLIVEIRA, C. M.; QUERINO, R.B.; FRIZZAS, M. R. Cigarrinhas na cultura do milho no Brasil. In: OLIVEIRA, C.M.; SABATO, E.O. **Doenças em milho**. Brasília, 2017. p.71- 96.

OSHIMA, K.; KAKIZAWA, S.; NISHIGAWA, H.; JUNG, H.; WEI, W.; SUZUKI, S.; ARASHIDA, R.; NAKATA, D.; MIYATA, S.; UGAKI, M.; NAMBA, S. Reductive evolution suggested from the complete genome sequence of a plant-pathogenic phytoplasma. **NATURE GENETICS**, v. 36, n. 1, p. 27–29, 2004.

ÖZBEK, E.; MILLER, S. A.; MEULIA, T.; HOGENHOUT, S. A. Infection and replication sites of *Spiroplasma kunkelii* (Class: Mollicutes) in midgut and Malpighian tubules of the leafhopper *Dalbulus maidis*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 82, n. 3, p. 167–175, 2003.

PURCELL, A. H.; ALMEIDA, R. P. P. Insects as Vectors of Disease Agents. **Encyclopedia of Plant and Crop Science**, p. 1–14, 2016.

QUERINO, R.B.; MENESES, A. R.; ALBARRACIN, E. L.; OLIVEIRA, C. M.; TRIAPITSYN, S. Controle biológico de *Dalbulus maidis* no Brasil. In: OLIVEIRA, C.M.; SABATO, E.O. **Doenças em milho**. Brasília, 2017. p.113- 120.

QUINLAN, R. J.; GATEHOUSE, A. G. Characteristics and implications of knockdown of the tsetse fly *Glossina morsitans morsitans* westw. by deltamethrin. **Pesticide Science**, v. 12, n. 4, p. 439–442, 1981.

R core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

RANUM, P.; PEÑA-ROSAS, J. P.; GARCIA-CASAL, M. N. Global maize production, utilization, and consumption. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1312, n. 1, p. 105–112, 2014.

RAZIN, S.; YOGEV, D.; NAOT, Y. Molecular Biology and Pathogenicity of Mycoplasmas. **Microbe Magazine**, v. 4, p. 1094–1156, 1998.

REGASSA, L. B.; GASPARICH, G. E. Spiroplasmas : Evolutionary relationships and biodiversity. **Frontiers in Bioscience**, v. 11, p. 2983–3002, 2006.

RODRIGUEZ-SAONA, C.; HOLDCRAFT, R.; KYRYCZENKO-ROTH, V. Aphid Control on Blueberries, 2018. **Arthropod Management Tests**, v. 44, n. 1, p. 1–2, 2019.

SABATO, E. O. Enfezamentos do milho. In: OLIVEIRA, C.M.; SABATO, E.O. **Doenças em milho**. Brasília, 2017. p.11- 24.

SABATO, E. de O.; OLIVEIRA, C. M.; COELHO, A. M.; LANDAU, E. C. O papel do milho Tiguera na perpetuação e concentração e do vírus da risca O papel do milho Tiguera na perpetuação e concentração da cigarrinha *Dalbulus maidis* , do inóculo de mollicutes e do vírus da risca. **Circular Técnica 248**, p. 1–21, 2018.

SALLAM, M. N. Insect damage: Post-harvest Operations. **INPhO-Post-harvest Compendium.**, p. 56, 2001.

SANTANA, P. A.; KUMAR, L.; DA SILVA, R. S.; PEREIRA, J. L.; PICANÇO, M. C. Assessing the impact of climate change on the worldwide distribution of *Dalbulus maidis* (DeLong) using MaxEnt. **Pest Management Science**, n. March 2018, 2019.

SATHYAN, T.; MURUGESA, N.; ELANCHEZHIAN, K.; AROCKIA STEPHEN RAJ, J.; RAVI, G. Efficacy of Synthetic Insecticides against sucking insect pests in cotton , *Gossypium hirsutum* L . **International Journal of Entomology Research**, v. 1, n. 1, p. 16–21, 2016.

SAVARY, S.; WILLOCQUET, L.; PETHYBRIDGE, S. J.; ESKER, P.; MCROBERTS, N.; NELSON, A. The global burden of pathogens and pests on major food crops. **Nature Ecology and Evolution**, v. 3, n. 3, p. 430–439, 2019.

SCHOLZ, K.; REINHARD, F. Photolysis of imidacloprid (NTN 33893) on the leaf surface of tomato plants. **Pesticide Science**, v. 55, n. 6, p. 652–654, 1999.

SELBY, T. P.; LAHM, G. P.; STEVENSON, T. M. A retrospective look at anthranilic diamide insecticides: discovery and lead optimization to chlorantraniliprole and cyantraniliprole. **Pest Management Science**, v. 73, n. 4, p. 658–665, 2017.

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; DE OLIVEIRA, E. Controle genético da resistência aos enfezamentos do milho. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 38, n. 8, p. 921–928, 2003.

SMITH, B. D. Documenting plant domestication: The consilience of biological and archaeological approaches. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 98, n. 4, p. 1324–1326, 2002.

TANG, Q. L.; MA, K. S.; HOU, Y. M.; GAO, X. W. Monitoring insecticide resistance and diagnostics of resistance mechanisms in the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) in China. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 143, n. September, p. 39–47, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2017.09.013>>. Acesso em: 19 de jul. 2019.

TOMIZAWA, M.; CASIDA, J. E. Selective toxicity of neonicotinoids attributable to specificity of insect and mammalian nicotinic receptors. **Annual Review of Entomology**, v. 48, n. 1, p. 339–364, 2003. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.ento.48.091801.112731>>. Acesso em: 22 de jul. 2019.

TRIAPITSYN, S. V. The genus *Anagrus* (Hymenoptera: Mymaridae) in America south of the United States: a review. **Ceiba**, v. 38, n. 1, p. 1–12, 1997.

TRIPLEHORN, B. W.; NAULT, L. R. Phylogenetic Classification of the Genus *Dalbulus* (Homoptera: Cicadellidae), and Notes on the Phylogeny of the Macrostelini. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 78, n. 3, p. 291–315, 1985.

TSAI, Y.-M.; CHANG, A.; KUO, C.-H. Horizontal Gene Acquisitions Contributed to Genome Expansion in Insect-Symbiotic *Spiroplasma clarkii*. **Genome Biol. Evol.**, v. 10, n. 6, p. 1526–1532, 2018.

TUELHER, E. S.; DA SILVA, É. H.; FREITAS, H. L.; NAMORATO, F. A.; SERRÃO, J. E.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, E. E. Chlorantraniliprole-mediated toxicity and changes in sexual fitness of the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros*. **Journal of Pest Science**, v. 90, n. 1, p. 397–405, 2017.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. World Agricultural Production. **Circular Series May 2019**, p. 6–15, 2019. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em: 10 de jul. 2019.

VALE, F. X. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; LIBERATO, J. R. QUANT. A software plant disease severity assessment. **8th International Congress of Plant Pathology**. p. 105. 2003.

VAN NIEUWENHOVE, G. A.; FRÍAS, E. A.; VIRLA, E. G. Effects of temperature on the development, performance and fitness of the corn leafhopper *Dalbulus maidis* (DeLong) (Hemiptera: Cicadellidae): Implications on its distribution under climate change. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 18, n. 1, p. 1–10, 2016.

VIRLA, E. G.; ESPINOSA, M. S.; MOYA-RAYGOZA, G. First Host Record for *Anteon pilicorne* (Ogloblin) (Hymenoptera Dryinidae), a Parasitoid of Cicadellidae, Including the Corn Leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae). **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 2, p. 285–287, 2011.

VIRLA, E. G.; OLMÍ, M. Dryinidae (Hymenoptera: Chrysidoidea) parasitoids of the Corn Leafhopper, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), in Argentina, with description of the male of *Gonatopus moyaraygozai* Olmi. **Interciencia**, v. 32, n. 12, p. 847–849, 2007.

WAQUIL, J. M. Amostragem e Abundância de Cigarrinhas e Danos de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Homoptera : Cicadellidae) em Plântulas de Milho. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 26, n. 1, p. 27–33, 1997.

WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A.; CRUZ, I.; SANTOS, J. P. ECOLOGIA , COMPORTAMENTO E BIONOMIA Aspectos da Biologia da Cigarrinha-do-Milho , *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera : Cicadellidae). **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 28, n. 3, p. 413–420, 1999.

WHITCOMB, R. F.; CHEN, T. A.; WILLIAMSON, D. L.; LIAO, C.; TULLY, J. G.; BOVE, J. M.; MOUCHES, C.; ROSE, D. L.; COAN, M. E.; CLARK, T. B. *Spiroplasma kunkelii* sp. nov.: Characterization of the Etiological Agent of Corn Stunt Disease. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 36, n. 2, p. 170–178, 1986. Disponível em: <<http://ijs.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/00207713-36-2-170>>. Acesso em: 12 de jul. 2019.

WILLIAMSON, D. L.; WHITCOMB, R. F.; JOSEPH, G. T.; KEVIN, J.; CHASTE, C.; FRENCH, F. E. Revised group classification of the genus. **International Journal of Bacteriology**, v. 48, p. 1–12, 1998.

WOESE, C. R. Bacterial Evolution. **MICROBIOLOGICAL REVIEWS**, v. 51, n. 2, p. 221–271, 1987.

WORDELL FILHO, J. A.; RIBEIRO, L. do P.; CHIARADIA, L. A.; MADALÓZ, J. C.; NESI, C. N. Pragas e doenças do milho: Diagnose, danos e estratégias de manejo. **Epagri. Boletim Técnico**, 170, p. 82, 2016. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/arquivos/agroconnect/boletins/BT_PragasDoencasMilho.pdf>. Acesso em: 11 de jul. 2019.

ZURITA V., Y. A.; ANJOS, N. Dos; WAQUIL, J. M. Aspectos biológicos de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) em híbridos de milho (*Zea mays* L.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 347–352, 2006.