



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA**

**ALRICÉLIA GOMES DE LIMA**

**EFICÁCIA DE INSETICIDAS SOBRE *Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA:  
AGROMYZIDAE) EM MELOEIRO**

**FORTALEZA**

**2021**

ALRICÉLIA GOMES DE LIMA

EFICÁCIA DE INSETICIDAS SOBRE *Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA:  
AGROMYZIDAE) EM MELOEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Agronomia/Fitotecnia. Área de concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.*  
Coorientador: Prof. Maurício Sekiguchi de Godoy, *D. Sc.*

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

L696e Lima, Alricélia Gomes de.

Eficácia de inseticidas sobre *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em meloeiro / Alricélia Gomes de Lima.– 2021.  
71 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Patrik Luiz Pastori.

Coorientação: Prof. Dr. Maurício Sekiguchi de Godoy.

1. Abamectina. 2. Ciromazina. 3. Cucumis melo. 4. Cyantraniliprole. 5. Mosca-minadora. I. Título.

CDD 630

---

ALRICÉLIA GOMES DE LIMA

EFICÁCIA DE INSETICIDAS SOBRE *Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA:  
AGROMYZIDAE) EM MELOEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Agronomia/Fitotecnia. Área de concentração: Fitotecnia.

Aprovada em: 28/09/2021.

BANCA EXAMINADORA

---

Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.* (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Maurício Sekiguchi de Godoy, *D. Sc.* (Coorientador)  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

---

Sandra Maria Morais Rodrigues, *D. Sc.*  
Embrapa Agroindústria Tropical

---

Fernando Augusto da Silveira, *D. Sc.*  
Pós-doc. PPGAF - Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus familiares, Regina Gomes, Aldízio Junior e Araccellia Oliveira, minha base e suporte.

A José Aldízio Ferreira Lima e Robério Laudeni Oliveira (*In Memoriam*).

***Dedico***

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pois sem Ele não teria chegado até aqui.

Agradeço a minha família, minha base, pela confiança e amor em mim depositados.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia - Departamento de Fitotecnia pela oportunidade concedida para realização do Mestrado em Agronomia/Fitotecnia.

A Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro com a concessão da bolsa de estudos.

Ao prof. Patrik Pastori, meu orientador, pelo discernimento, suporte e orientação durante todo o processo.

A Maurício Sekiguchi de Godoy, meu coorientador e amigo, pela confiança e força a mim depositados.

A Elaine Celin, pelo companheirismo, trabalho duro e parceria.

A toda a equipe de trabalho do Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA) da UFC, que foram companheiros e me ensinaram o real significado de trabalho em equipe, em especial à Carlos Souto e Thais Paz, pela dedicação e empenho desde início, a Luiza Braga e Mirelyzia Moura pela disponibilidade e zelo a esse trabalho.

A Adson Ávila e Raimundo Henrique pelo auxílio, apoio e disponibilidade em fazer esse trabalho dar certo.

A equipe do Laboratório de Melhoramento e Recursos Genéticos Vegetais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) - Unidade Agroindústria Tropical pela população de mosca-minadora e toda contribuição para o desenvolvimento do trabalho.

Ao meu amigo Guilherme Severo, pela ajuda e gentileza.

Aos meus amigos que foram essenciais nesse período, me apoiando e me aconselhando, em especial a Alcimar Galdino pela irmandade e parceria diária, no qual foi de suma importância durante esse período.

A Fernanda Jéssika, pelo companheirismo diário, pela confiança e força depositada em mim, pelo carinho e amor nesse processo tão importante, pois sem isso não teria ido tão longe.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização e conclusão desse trabalho. Agradeço a todos.

“A ciência fez de nós deuses antes mesmo de merecermos ser homens”.

Jean Rostand

## RESUMO

O melão (*Cucumis melo* L.) engloba uma cadeia produtiva de importância econômica para os Estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, mas enfrenta entraves fitossanitários como a mosca-minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae), praga-chave da cultura. Seu controle é realizado com aplicações de inseticidas ao longo do ciclo da cultura, porém tem apresentado falhas de eficácia. Portanto, o objetivo do trabalho foi: determinar a eficácia de três inseticidas isolados e em misturas sobre duas populações de *L. sativae*, uma mantida em laboratório e outra coletada de áreas produtoras de melão (Polo Jaguaribe-Assú), com aplicações em pré e pós-infestação; determinar a concentração letal média (CL<sub>50</sub>) em aplicação pós-infestação; além das possíveis interferências da qualidade da água e níveis pH da calda (4,0 e 6,0) em população de campo, em pós-infestação. No teste de eficácia, influência da água e influência do pH de calda pronta foram utilizados quatro inseticidas, tomando como base a maior concentração recomendada pelos fabricantes e duas misturas: Cyantraniliprole 200 SC (100 g i.a./L); Cyantraniliprole 100 OD (50 g i.a./L); Abamectina 18 EC (0,018 g i.a./L); Ciromazina 750 WP (90 g i.a./L); Cyantraniliprole 100 OD + Abamectina 18 EC (50 + 0,018 g i.a./L) e Cyantraniliprole 100 OD + Abamectina 18 EC (25 + 0,018 g i.a./L) e como testemunha, em todos os ensaios, foi utilizada a mesma água usada nas caldas de aplicação. Todos os bioensaios foram implantados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo cada tratamento composto por 10 repetições (planta infestada). No teste de eficácia, Abamectina, Ciromazina e as misturas proporcionaram mortalidade acumulada de 97,3% para o primeiro tratamento e 100,0% para os demais, valores satisfatórios no controle *L. sativae* no meloeiro, nas populações de laboratório e campo, no período de pós-infestação. A água advinda do Aquífero Açú, utilizada pelos produtores de melão da região Vale-Assú (Ceará e Rio Grande do Norte), possui características adequadas para diluição dos inseticidas testados e misturas, no qual os tratamentos Abamectina ocasionou mortalidade de 100,0 e 84,6% em água destilada e água advinda da fazenda produtora de melão, respectivamente; e Ciromazina e as misturas ocasionaram mortalidade de 100,0% de *L. sativae* independente da água no qual foram diluídas. As faixas de pH (4,0 e 6,0) não influenciaram negativamente na eficácia dos inseticidas Cyantraniliprole, Abamectina, Ciromazina e misturas, proporcionando mortalidade de *L. sativae* acima 80,0%.

**Palavras-chave:** abamectina; ciromazina; *Cucumis melo*; cyantraniliprole; mosca-minadora.



## ABSTRACT

Melon (*Cucumis melo* L.) encompasses a productive chain of economic importance for the of Ceará and Rio Grande do Norte States, but faces phytosanitary barriers such as the leafminer *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae), a key pest of the crop. Its control is carried out with spray solutions throughout the crop cycle, but it has shown efficiency failures. Therefore, the objective of this work was to: determine the effectiveness of three insecticides isolated and in mixtures, on two populations of *L. sativae*, one kept in the laboratory and the other collected from melon-producing areas from Polo Jaguaribe-Assú, with applications in pre- and post-infestation; determine the mean lethal concentration (LC<sub>50</sub>) in post-infestation applications; in addition evaluate the possible interference of water quality and solution pH levels (4.0 and 6.0) in field population, in post-infestation. In the efficacy test, the influence of water and influence of the pH of the ready syrup, four insecticides were used, based on the highest concentration recommended by the manufacturers and two mixtures: Cyantraniliprole 200 SC (100 g a.i./L); Cyantraniliprole 100 OD (50 g a.i./L); Abamectin 18 EC (0.018 g a.i./L); Cyromazine 750 WP (90 g a.i./L); Cyantraniliprole 100 OD + Abamectin 18 EC (50 + 0.018 g ai/L) and Cyantraniliprole 100 OD + Abamectin 18 EC (25 + 0.018 g ai/L) and as a control, the same water used in the grouts was used in all tests. All bioassays were carried out in a completely randomized design (CRD), with each treatment consisting of 10 replications (infested plant). In the efficacy test, Abamectin, Cyromazine and the mixtures provided accumulated mortality of 97.3% for the first treatment and 100.0% for the others, considered satisfactory values in the control of *L. sativae* in melon, in the laboratory and field populations, in the period of post-infestation. The water from the Açú Aquifer, used by melon producers in the Vale-Assú region (Ceará and Rio Grande do Norte), has adequate characteristics for diluting the tested insecticides and mixtures, in which the Abamectin treatments caused mortality of 100.0 and 84.6 % in distilled water and water from the melon farm, respectively; and Cyromazine and the mixtures caused 100.0% mortality of *L. sativae* regardless of the water in which they were diluted. The pH ranges (4.0 and 6.0) did not negatively influence the effectiveness of the insecticides Cyantraniliprole, Abamectin, Cyromazine and mixtures, providing mortality of *L. sativae* above 80.0%.

**Keywords:** abamectin; cyromazine; *Cucumis melo*; cyantraniliprole; leafminer.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Manejo da criação de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em laboratório: A) Sementes de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.) para produção de mudas; B) Sementes com emissão da raiz primária (> 2 mm) levadas para a casa-de-vegetação e plantadas em vasos plásticos. C) Mudanças de *C. ensiformis* L. produzidas em casa-de-vegetação com 13-15 dias de idade; D) Mudanças submetidas a infestação em laboratório, em contato com adultos de *L. sativae* por 24-48 h; E) Mudanças de *C. ensiformis* L. infestadas após contato com *L. sativae*; F) Larvas de *L. sativae* após 4-5 dias de infestação; G) Folhas infestadas mantidas em recipiente plástico; H) Pupas de *L. sativae* e; I) Pupas de *L. sativae* coletadas e acondicionadas em tubo de vidro (8,0 x 2,0 cm)..... 24
- Figura 2 – Teste de eficácia de inseticidas sobre *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em pré-infestação: A) Mudanças de *Cucumis melo* produzidas em casa-de-vegetação com 3 folhas completamente desenvolvidas e expandidas; B) Mudanças submetidas aos tratamentos por pulverização ou *drench*; C) Mudanças submetidas ao contato com *L. sativae* por 2 h; D) Contagem de minas causadas por *L. sativae* em folhas de melão após 3 dias da infestação; E) Minas desenvolvidas pela infestação de *L. sativae* em folhas de melão após 5 dias da infestação; F) Plantas acondicionadas em copos descartáveis para coleta de pupas; G) Pupas de *L. sativae* coletadas e acondicionadas em tubo de vidro (8,0 x 2,0 cm); H) Adultos de *L. sativae*)... 27

Figura 3 – Teste de eficácia de inseticidas sobre <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em pós-infestação: A) Mudanças de <i>Cucumis melo</i> produzidas em casa-de-vegetação com 3 folhas completamente desenvolvidas e expandidas; B) Mudanças submetidas ao contato com <i>L. sativae</i> por 2 h; C) Contagem de minas causadas por <i>L. sativae</i> em folhas de melão após 3 dias da infestação; D) Mudanças submetidas aos tratamentos por pulverização ou <i>drench</i> ; E) Minas desenvolvidas causadas por <i>L. sativae</i> em folhas de melão após 5 dias da infestação; F) Plantas acondicionadas em copos descartáveis para coleta de pupas; G) Pupas de <i>L. sativae</i> coletadas e acondicionadas em tubo de vidro (8,0 x 2,0 cm); H) Adultos de <i>L. sativae</i> .....	28
Figura 4 – Viabilidade larval (%) de <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard (Diptera: Agromyzidae) (Populações de laboratório e campo) após aplicação foliar e via <i>drench</i> de diferentes inseticidas em plantas de meloeiro pré-infestadas.....	31
Figura 5 – Viabilidade larval (%) de <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard (Diptera: Agromyzidae) (Populações laboratório e campo) após aplicação foliar e via <i>drench</i> de diferentes inseticidas em plantas de meloeiro pós-infestadas .....	32
Figura 6 – Curva de dose-resposta para viabilidade larval média de <i>Liriomyza sativae</i> em função do aumento da concentração do inseticida Cyantraniliprole (formulações OD e SC), Abamectina e Ciromazina .....	35
Figura 7 – Viabilidade de larvas (%) de <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard (Diptera: Agromyzidae) (População campo) após aplicação de diferentes inseticidas diluídos em duas faixas de pH (4,0 e 6,0) sobre folhas de meloeiro pós-infestadas .....	53
Figura 8 – Viabilidade larval (%) de <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard (Diptera: Agromyzidae) (População de campo) após aplicação de diferentes inseticidas em duas faixas de pH (4,0 e 6,0) sobre folhas de meloeiro pós-infestadas .....	54

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Nome comercial, tratamentos, dose e grupo químico de produtos fitossanitários avaliados em testes laboratoriais em plantas de meloeiro infestadas por <i>Liriomyza sativae</i> (Diptera: Agromyzidae) .....	25
Tabela 2 – Mortalidade total (larva + pupa) de populações de <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em folhas de meloeiro pré-infestadas submetidas ao tratamento com inseticidas .....	30
Tabela 3 – Viabilidade de pupas (%) de <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard (Diptera: Agromyzidae) (Populações laboratório e campo) após aplicação de diferentes tratamentos em plantas de meloeiro abrigando o inseto-praga na fase larval (Pós-infestação) .....	33
Tabela 4 – Mortalidade total (larva + pupa) de populações de <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em folhas de meloeiro pós-infestadas submetidas ao tratamento com inseticidas.....	34
Tabela 5 – Concentração letal média (CL <sub>50</sub> ) de inseticidas considerando a fase larval de <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard (Diptera: Agromyzidae) à 25 ± 1 °C; 70 ± 10% de U. R. e fotofase de 12 h em população coletada no Polo Jaguaribe-Assú .....	34
Tabela 6 – Parâmetros químicos e físicos de águas provenientes de fazenda produtora de melão do Vale Jaguaribe-Assú (Água da fazenda produtora) e de água destilada (Testemunha) .....	51
Tabela 7 – Viabilidade de larvas e de pupas (%) da população de campo de mosca-minadora <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard (Diptera: Agromyzidae) após aplicação de diferentes inseticidas, diluídos em água proveniente de duas fontes (Destilada e proveniente da fazenda produtora de melão), em folhas de meloeiro pós-infestadas .....	51
Tabela 8 – Mortalidade (larvas + pupas) de <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard (Diptera Agromyzidae) submetida à aplicação de inseticidas diluídos em água proveniente de fazenda produtora de melão sobre folhas de meloeiro pós infestadas .....	52

Tabela 9 – Viabilidade de pupas (%) de <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard (Diptera Agromyzidae) após aplicação de diferentes inseticidas diluídos em dois tipos de água (Destilada e proveniente de fazenda produtora de melão) em duas faixas de pH (4,0 e 6,0) sobre folhas de meloeiro pós-infestadas .....	55
Tabela 10 – Mortalidade total (larva + pupa) de <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard (Diptera: Agromyzidae) após ser submetida a diferentes tratamentos diluídos em dois tipos de água (Destilada e proveniente da fazenda produtora de melão) em duas faixas de pH (4,0 e 6,0), aplicados em fase de larva em plantas de meloeiro submetidas a pós-infestação .....	56

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL .....	14
2	CAPÍTULO I: EFICÁCIA DE INSETICIDAS NO CONTROLE DE <i>Liriomyza sativae</i> BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE) EM MELOEIRO .....	19
3	INTRODUÇÃO .....	22
4	MATERIAL E MÉTODOS .....	23
4.1	Procedência das populações de mosca-minadora .....	23
4.2	Criação e manutenção das populações de mosca-minadora .....	24
4.3	Produção e condução das mudas de melão .....	25
4.4	Inseticidas - diluições e misturas .....	26
4.5	Teste de eficácia de inseticidas sobre plantas de melão pré e pós-infestadas com mosca-minadora .....	27
4.6	Determinação da concentração letal média (CL <sub>50</sub> ) dos inseticidas sobre população de campo de <i>L. sativae</i> .....	29
4.7	Parâmetros avaliados .....	30
4.8	Análise estatística .....	30
5	RESULTADOS.....	31
6	DISCUSSÃO .....	36
7	CONCLUSÕES .....	42
8	CAPÍTULO II: INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA E DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE QUÍMICO DE <i>Liriomyza sativae</i> BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE) EM MELÃO.....	47
9	INTRODUÇÃO .....	49
10	MATERIAL E MÉTODOS .....	50
10.1	Parâmetros avaliados .....	51
10.2	Análise estatística .....	51
11	RESULTADOS.....	51
12	DISCUSSÃO .....	57
13	CONCLUSÕES .....	59
14	CONCLUSÕES FINAIS .....	64
15	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
	REFERÊNCIAS .....	66

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil posiciona-se entre os maiores produtores de frutas no cenário internacional, ocupando o terceiro lugar, atrás da China (243,6 ton.) e da Índia (98,7 ton.) e, em 2018 foi responsável por 4,6% do volume colhido, com uma produção de 40,0 milhões de toneladas (ANDRADE, 2020a). Em 2018, a cadeia produtiva de frutas abrangeu 2,3 milhões de hectares (3,5% da área total mundial) e gerou aproximadamente 5 milhões de empregos diretos (ANDRADE, 2020b). No ano de 2020, a exportação brasileira alcançou a marca de mais de 1 milhão de toneladas de frutas exportadas e o setor faturou 875 milhões de dólares, com crescimento de 6% (quantidade) e 3% (faturamento) em relação ao ano anterior (ABRAFRUTAS, 2020).

Na fruticultura, o melão (*Cucumis melo* L.) representa uma cadeia produtiva em potencial, com importância econômica para o país (BRAGA SOBRINHO *et al.*, 2008) e embora essa cultura seja botanicamente considerada uma olerícola, é comercializada como fruta (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Nos Estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, o melão se destaca por abranger mais de 70,0% da produção no país, onde em 2018, o Brasil produziu 581.478 mil toneladas da fruta (IBGE, 2019). Já no ano seguinte houve aumento de 1,07% (587.692 t) da produção quando comparado ao ano anterior, que proporcionou para a região Nordeste, ser responsável por 95,86% da produção total (IBGE, 2019). Em 2020, o melão fresco foi a segunda fruta mais exportada, totalizando 236,259 mil toneladas, faturando 147,934 milhões de dólares (ABRAFRUTAS, 2020).

O cultivo do melão é uma atividade importante para a região do semiárido nordestino, principalmente para os Estados do Ceará e do Rio Grande do Norte que foram responsáveis por mais de 70% da produção brasileira no ano de 2019 (IBGE, 2019). A cadeia produtiva do melão, especialmente nas regiões produtoras, se caracteriza pela busca contínua de novas tecnologias para elevar a produção e pela importância socioeconômica, pois gera renda e empregos diretos e indiretos (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

As características edafoclimáticas da região Nordeste, sobretudo no semiárido, propiciam o cultivo do meloeiro, mas a qualidade dos frutos pode ser prejudicada por problemas de origem fitossanitária, especialmente pelo ataque de insetos-praga. Dentre as principais pragas, ganha destaque a mosca-minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) (GUIMARÃES *et al.*, 2008; FERNANDES *et al.*, 2019), que pode causar perdas de até 40% da produção (FERNANDES, 2004), uma vez que as larvas danificam as folhas das plantas (FERNANDES *et al.*, 2019).

As larvas se alimentam do mesófilo, reduzindo a área foliar e interferindo, assim,

no processo de fotossíntese. Os adultos geram puncturas nas folhas para alimentação e oviposição e, a alta densidade de puncturas pode causar o secamento da superfície foliar (KHORSHIDI *et al.*, 2017; FERNANDES *et al.*, 2019). Esse inseto-praga possui ciclo de vida relativamente curto (cerca de 16 dias), associado a alta capacidade reprodutiva (uma fêmea pode ovipositar 300 ovos durante a vida) e rápida disseminação (GUIMARÃES *et al.*, 2008).

Em um contexto de Manejo Integrado de Pragas (MIP), várias medidas podem e devem ser utilizadas de modo integrado para o controle dos artrópodes considerados pragas. Deve-se, portanto, usar práticas de manejo cultural, resistência de plantas aos insetos, o controle biológico, o controle químico e a integração entre esses e demais métodos (PASTORI *et al.*, 2019). O controle químico é o método mais utilizado para a supressão de populações de *L. sativae* em áreas de meloeiro, devido a fácil utilização, eficácia e rápida resposta.

Alguns inseticidas utilizados incluem os princípios ativos Ciromazina, Abamectina e Cyantraniliprole. Os dois primeiros vêm sendo usados desde a década de 1980, sendo o primeiro um regulador de crescimento que afeta a esclerotização da cutícula, e o segundo se trata de um modulador alostérico de canais de cloro mediados pelo glutamato (COX *et al.*, 1995, FERGUSON 2004, REITZ *et al.*, 2013) que compete pelos mesmos receptores no neurônio pós-sináptico das células nervosas, impedindo a passagem dos impulsos nervosos, levando à paralisia e morte dos insetos. Já o Cyantraniliprole possui modo de ação ativando os receptores de rianodina nos canais de cálcio nas fibras musculares levando o inseto a paralisia muscular que interfere na alimentação, na movimentação, nas funções básicas do organismo e conseqüentemente causa sua morte (CORDOVA *et al.*, 2006, LAHM *et al.*, 2007).

Porém, o controle químico de *L. sativae* no meloeiro tem apresentado falhas e, os produtores da fruta têm relatado redução de eficácia dos inseticidas. A grande maioria dos produtores atribui o insucesso no controle às falhas do produto químico utilizado. No entanto, desconsideram outros fatores que podem ser motivo de falhas como, as condições climáticas variáveis (vento, temperatura e umidade), tipos e/ou regulagem de equipamentos e máquinas utilizadas para a aplicação dos agroquímicos e; a qualidade da água no preparo das caldas (BRAGA SOBRINHO *et al.*, 2008). Soma-se a isso, o manuseio inadequado durante o preparo e a aplicação, a utilização de sub-doses, misturas incorretas de produtos, pH inadequado da água e calda pronta, aplicação em estágio de desenvolvimento inadequado da praga-alvo e também a presença de indivíduos resistentes nas populações da praga, podem contribuir para baixa eficácias desses inseticidas.



Considerado esses desafios, o objetivo da presente pesquisa foi: Determinar a eficácia de ingredientes ativos e misturas (Abamectina (18 i.a. g/L), Cyantraniliprole (100 e 200 i.a. g/L), Ciromazina (750 i.a. g/L), Cyantraniliprole + Abamectina (100+18 i.a. g/L) e Cyantraniliprole + Abamectina (50+18 i.a. g/L)); determinar a concentração letal média (CL<sub>50</sub>) e; determinar possíveis interferências da qualidade da água e pH da calda na eficácia dos produtos para o controle de *L. sativae*.

## REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTOS E EXPORTAÇÕES DE FRUTAS E DERIVADOS. Brasília/DF, 2021. **Dados de exportação 2020**. Disponível em: <<https://abrafrutas.org/2021/02/dados-de-exportacao-2020/>>. Acessado em 20 de julho, 2021.
- ANDRADE, P. F. S. **PROGNÓSTICO: FRUTICULTURA - PANORAMA MUNDIAL**. Paraná, 2020a. Disponível em: <[https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2021-01/prognostico\\_fruticultura\\_2021.pdf](https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-01/prognostico_fruticultura_2021.pdf)>. Acessado em 20 de julho, 2021.
- ANDRADE, P. F. S. **PROGNÓSTICO: FRUTICULTURA - PANORAMA MUNDIAL**. Paraná, 2020b. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura\\_2020.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf)>. Acessado em 20 de julho, 2021.
- BRAGA SOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J. A.; FREITAS, J. A. D.; TERAPO, D. Manejo Integrado de Pragas do Meloeiro. In: BRAGA SOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J. A.; FREITAS, J. A. D.; TERAPO, D. (org.). **Produção Integrada de Melão**. EMBRAPA, Agroindústria Tropical, p. 183-199, 2008.
- CORDOVA, D.; BENNER, E. A.; SACHER, M. D.; RAUH, J. J.; SOPA, J. S.; LAHM, G. P.; SELBY, T. P.; STEVENSON, T. M.; FLEXNER, L.; GUTTERIDGE, S.; RHOADES, D. F.; WU, L. U.; SMITH, R. M.; TAO, Y. Anthranilic diamides: A new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. **Pesticide Biochemistry Physiology**., Newark, v. 84, ed. 3, p. 196-214, mar. 2006.
- COX, D. L.; REMICK, D. M.; LASOTA, J. A.; DYBAS, R. A. Toxicity of avermectins to *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) larvae and adults. **Journal of Economic Entomology**, [s. l.], v. 88, n. 5, p. 1415-1419, 1995.
- FERGUSON, J. S. Development and stability of insecticide resistance in the leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to cyromazine, abamectin, and spinosad. **Journal of Economic Entomology**, Flórida, v. 97, n. 1, p. 112-119, 2004.
- FERNANDES, O. A. Melão: campo minado. **Revista Cultivar**, v. 4, n. 23, p. 26-27, 2004.
- FERNANDES, W. C.; PASTORI, P. L.; DIAS-PINI, N. S.; FEITOSA, F. A. A.; PEREIRA, F. F. Pragas do meloeiro. In: GUIMARÃES, M. A.; ARAGÃO, F. A. S. (Org.). **Produção de melão**. 1ed. Viçosa-MG: UFV, 2019, p. 245-265.
- GUIMARÃES, J. A.; BRAGA SOBRINHO, R.; AZEVEDO, F. R.; ARAUJO, E. L.; TERAPO, D.; MESQUITA, A. L. M. Manejo Integrado de Pragas do Meloeiro. In: **Proteção Integrada de Plantas**. EMBRAPA, Agroindústria Tropical, p. 227-236, 2008. cap. 19.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 20 jul. 2021.

KHORSHIDI, M.; HEJAZI, M. J.; IRANIPOUR, S. Effect of azadirachtin, chlorantraniliprole and some insect growth regulators on vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Crop Protection**, v. 6, n. 1, p. 115-123, 2017.

LAHM, G. P.; STEVENSON, T. M.; SELBY, T. P.; FREUDENBERGER, J. H.; CORDOVA, D.; FLEXNER, L.; BELLIN, C. A.; DUBAS, C. M.; SMITH, B. K.; HUGHES, K. A.; HOLLINGHAUS, J. G.; CLARCK, C. E.; BENNER, E. A. Rynaxypir: A new insecticidal anthranilic diamide that acts as a potente and selective ryanodine receptor activator. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, Newark, v. 17, p. 6274-6279, 2007.

OLIVEIRA, F. I. O.; GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z.; NUNES, G. H. S.; ARAGÃO, F. A. S. Sistema de produção de melão no polo agrícola Jaguaribe-Açu. In: FIGUEIRÊDO, M. C. B.; GONDIM, R. S.; ARAGÃO, F. A. S. (Ed.). **Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica**. Brasília, DF: Embrapa Agroindústria Tropical. Cap. 3, p. 45-76, 2017.

PASTORI, P. L.; PINTO, A. C.; DIAS-PINI, N. S.; GODOY, M. S.; RUGAMA, A. J. M. Manejo integrado das pragas do meloeiro. In: GUIMARÃES, M. A.; ARAGÃO, F. A. S. (Org.). **Produção de melão**. 1ed. Viçosa-MG: UFV, 2019, p. 266-282.

REITZ, S. R.; GAO, Y.; LEI, Z. Insecticide use and the ecology of invasive *Liriomyza leafminer* management. In: TRDAN, S (Ed.). **Insecticides - Development of safer and more effective technologies**. Cap. 8, p. 233-253, 2013.

## 2 CAPÍTULO I: EFICÁCIA DE INSETICIDAS NO CONTROLE DE *Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE) EM MELOEIRO

### RESUMO

A mosca-minadora, *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) é praga-chave do meloeiro e, seu principal controle é o uso de inseticidas químicos. Entretanto, inseticidas têm apresentado níveis insatisfatórios de controle dessa praga. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficácia de três inseticidas e duas misturas [Abamectina (18 i.a. mg/L), Cyantraniliprole (100 e 200 i. a. mg/L), Ciromazina (750 i.a. mg/L), Cyantraniliprole + Abamectina (100+18 i.a. g/L) e Cyantraniliprole + Abamectina (50+18 i.a. g/L)], além de determinar a concentração letal média (CL<sub>50</sub>) dos ingredientes ativos. Duas populações de *L. sativae* foram usadas, uma advinda de laboratório (susceptível) e a outra coletada em áreas produtoras de melão, no município de Mossoró-RN (Polo Jaguaribe-Assú). Os produtos foram aplicados em pré e pós-infestação. Os bioensaios foram implantados em delineamento inteiramente casualizado (DIC) e, cada tratamento foi composto por 10 repetições (planta infestada). Para o teste de eficácia foram utilizados 7 tratamentos (6 concentrações mais água destilada como testemunha). Na determinação da CL<sub>50</sub> foram utilizados 8 tratamentos (7 concentrações mais água destilada como testemunha). No ensaio de eficácia, Cyantraniliprole, Ciromazina e a mistura Cyantraniliprole + Abamectina foram eficazes, alcançando mortalidades de 97,3; 81,4 e 75,0% no controle de larvas de mosca-minadora para população de laboratório e 69,9; 93,3 e 95,0% para população de campo, em período de pré-infestação. Em período de pós-infestação, o tratamento de Ciromazina, Abamectina e as misturas de Cyantraniliprole + Abamectina, se destacaram ao ocasionarem redução de viabilidade larval em população de laboratório, com mortalidade de 97,8% para o primeiro tratamento e 100,0% para os demais; para população de campo, houve mortalidade larval de 100,0% para misturas de Cyantraniliprole + Abamectina, 98,8% para Abamectina e 96,4% para Ciromazina, refletindo em bons resultados de mortalidade acumulada em todos tratamentos, com valores a partir de 79,2%. A concentração letal média (CL<sub>50</sub>) de Abamectina foi de 1,11 mg i.a./L, seguida por Ciromazina, 2,02 mg i.a./L e Cyantraniliprole, com 2,90 mg i.a./L para formulação dispersão em óleo (OD) e 4,66 mg i.a./L para formulação suspensão concentrada (SC).

**Palavras-chave:** Controle químico, *Cucumis melo*, Abamectina, Cyantraniliprole, Ciromazina.



**CHAPTER I: EFFECTIVENESS OF INSECTICIDES IN THE CONTROL OF  
*Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE) IN MELLON**

**ABSTRACT**

The leafminer, *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) is the key pest of the melon plant, its main control being the use of chemical insecticides. However, insecticides have unsatisfactory levels of control of this pest. Therefore, this study aimed to evaluate the effectiveness of three insecticides and two mixtures [Abamectin (18 a.i. mg / L), Cyantraniliprole (100 and 200 a.i. mg / L), Cyromazine (750 a.i. mg / L), Ciantraniliprole + Abamectin (100 + 18 a.i. g / L) and Cyantraniliprole + Abamectin (50 + 18 a.i. g / L)], and also to determine the mean lethal concentration (LC<sub>50</sub>) of the active ingredients. Two populations of *L. sativae* were used, one from the laboratory (susceptible) and the other collected from melon-producing areas in the municipality of Mossoró-RN (Polo Jaguaribe-Assú). Products were required in pre- and post-infestation. The bioassays were carried out in a completely randomized design (CRD) and each treatment consisted of 10 replications (infested plant). For the efficacy test, 7 treatments were used (6 concentrations and distilled water as control), in the determination of LC<sub>50</sub> 8 treatments were used (7 concentrations and distilled water as control). In the efficacy trial, Cyantraniliprole, Cyromazine, and Cyantraniliprole + Abamectin mixture were effective, providing mortality of 97.3; 81.4 and 75.0% in the control of leafminer larvae for the laboratory population, and 69.9; 93.3 and 95.0% for field population, in the pre-infestation period. In the post-infestation period, the treatment of Cyromazine, Abamectin and the mixtures of Cyantraniliprole + Abamectin stood out as they reduced larval viability in a laboratory population reaching mortality rates of 97.8% for the first treatment and 100.0% for the other ones; for field population, larval mortality rates of 100.0% was observed for mixtures of Cyantraniliprole + Abamectin, 98.8% for Abamectin and 96.4% for Cyromazine, reflecting in good results of accumulated mortality in all treatments, showing values above 79.2%. The mean lethal concentration (LC<sub>50</sub>) of Abamectin was 1.11 mg a.i./L, followed by Cyromazine, 2.02 mg a.i./L and Ciantraniliprole, with 2.90 mg a.i./L for dispersion in oil and 4.66 mg a.i./L for suspension concentrate formulation.

**Keywords:** Chemical control, *Cucumis melo*, Abamectin, Cyantraniliprole, Cyromazine.

### 3 INTRODUÇÃO

O meloeiro, *Cucumis melo* L., é uma das principais cucurbitáceas cultivadas no semiárido nordestino, com destaque para os Estados do Ceará e do Rio Grande do Norte que respondem por mais de 70% do volume produzido e por mais 95% das exportações nacionais de melão (IBGE, 2019). Durante o cultivo, o meloeiro é acometido por distintos problemas fitossanitários, proporcionado por diferentes organismos, destacando-se a mosca-minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) (ARAUJO *et al.*, 2013).

A mosca-minadora, *L. sativae*, é um inseto cujas larvas se alimentam do mesófilo foliar das plantas hospedeiras, formando galerias (GALLO *et al.*, 2002; FERNANDES *et al.*, 2019) que também lhe servem de abrigo (COSTA-LIMA, 2015). As larvas comprometem a capacidade fotossintética ao diminuir a área foliar que contém os cloroplastos, resultando em prejuízo para as plantas, perdas na produção e na qualidade dos frutos, uma vez que ocorre redução na produção de sólidos solúveis (ARAUJO *et al.*, 2013; FERNANDES *et al.*, 2019). Esse inseto é polífago e cosmopolita, dissemina-se rapidamente e se adapta aos diferentes ambientes em que as plantas são cultivadas (COSTA-LIMA *et al.*, 2010) sendo considerado praga-chave em várias culturas agrícolas de importância econômica em todo o mundo (PARRELA, 1987; SEAL *et al.*, 2014; REDDY *et al.*, 2018).

Os danos da mosca-minadora causam reduções significativas na produção em cerca de 14 famílias botânicas que incluem culturas como o meloeiro (*Cucumis melo* L.), a cebola (*Allium cepa* L.), a alface (*Lactuca sativa* L.), o tomate (*Solanum lycopersicum* L.), a batata (*Solanum tuberosum* L.), a melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.), o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.), além de plantas ornamentais (COSTA-LIMA, 2015; GUIMARÃES *et al.*, 2008).

Mesmo considerando as ferramentas disponíveis no Manejo Integrado de Pragas definido para a cultura do meloeiro (PASTORI *et al.*, 2019), a aplicação de inseticidas é o método mais utilizado para o controle da mosca-minadora. No meloeiro, estão registrados oito ingredientes ativos que compõem 30 produtos comerciais direcionados para a fase larval do gênero *Liriomyza* (AGROFIT, 2021). Esses ingredientes ativos podem ser agrupados de acordo com o processo biológico que afetam no inseto: sistema nervoso ou muscular (Abamectina, Acetamiprido, Cloridrato de Cartape, Cyantraniliprole, Espinetoram, Etofenproxi e Fenpropatrina), crescimento e desenvolvimento (Ciromazina) (IRAC, 2021).

Ganha destaque a Ciromazina, a Abamectina e o Cyantraniliprole por comumente serem utilizados em campo. O primeiro é um regulador de crescimento, que pertence ao grupo químico Triazina (Grupo 17 - Disruptores da ecdise), responsável por afetar o crescimento e o

desenvolvimento dos insetos, agindo como disruptor da ecdise, interferindo nas cutículas das larvas e das pupas em Diptera (BARRY *et al.*, 2015). O segundo pertence ao grupo químico Avermectina (Grupo 6 - Moduladores alostéricos de canais de cloro mediados pelo glutamato) e atuam como moduladores nos canais de cloro, ligando-se a um sítio secundário do canal, no que resulta em efeito inibitório na célula nervosa e morte por paralisia generalizada do inseto (BARILLI *et al.*, 2019). O Cyantraniliprole é o segundo ingrediente ativo da classe química das diamidas antranílicas, mas o primeiro a ser comercializado para controlar um espectro cruzado de pragas (BARRY *et al.*, 2015). Esse ingrediente ativo pertence ao grupo 28- Moduladores de receptores de rianodina, estimulando a liberação de cálcio do interior das células de forma descontrolada, induzida por uma contração muscular ininterrupta, resultando na cessação de alimentação, letargia, paralisia muscular e morte do inseto (YU, 2014).

Apesar desses inseticidas serem utilizados com frequência, visando o controle da mosca-minadora no meloeiro, problemas como baixa eficácia tem sido relatados por produtores em municípios dos Estados do Ceará e do Rio Grande do Norte em virtude de não estarem apresentando o mesmo percentual de mortalidade ou mesmo perdendo o efeito em determinadas populações-alvo com o passar do tempo (FURIATTI *et al.*, 2008; REITZ *et al.*, 2013; SILVA, 2014; DEVKOTA *et al.*, 2016; DAMASCENO *et al.*, 2017).

Possivelmente, essa perda na eficácia esteja associada ao possível surgimento de populações resistentes, práticas inadequadas de manuseio durante às aplicações, uso de sub-doses, momento equivocado da aplicação em relação aos índices populacionais da praga ou, devido, as misturas incorretas de produtos, fatores esses que podem interferir na ação dos inseticidas. Considerando os problemas supracitados, a pesquisa teve como objetivo determinar a eficácia de três ingredientes ativos e duas misturas: Abamectina (18 i.a. g/L), Cyantraniliprole (100 e 200 i.a. g/L) e, Ciromazina (750 i.a. g/L), Cyantraniliprole + Abamectina (100 + 18 i.a. g/L) e Cyantraniliprole + Abamectina (50 + 18 i.a. g/L); e determinar a concentração letal média (CL<sub>50</sub>) dos ingredientes ativos sobre *L. sativae*.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Procedência das populações de mosca-minadora**

Duas populações de mosca-minadora, *L. sativae*, foram utilizadas para a condução dos ensaios: uma mantida em laboratório por mais de 70 gerações (considerada susceptível) e outra recém coletada em campo. A população de laboratório foi cedida pelo Laboratório de Melhoramento e Recursos Genéticos Vegetais, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) - Unidade Agroindústria Tropical. A população de campo foi



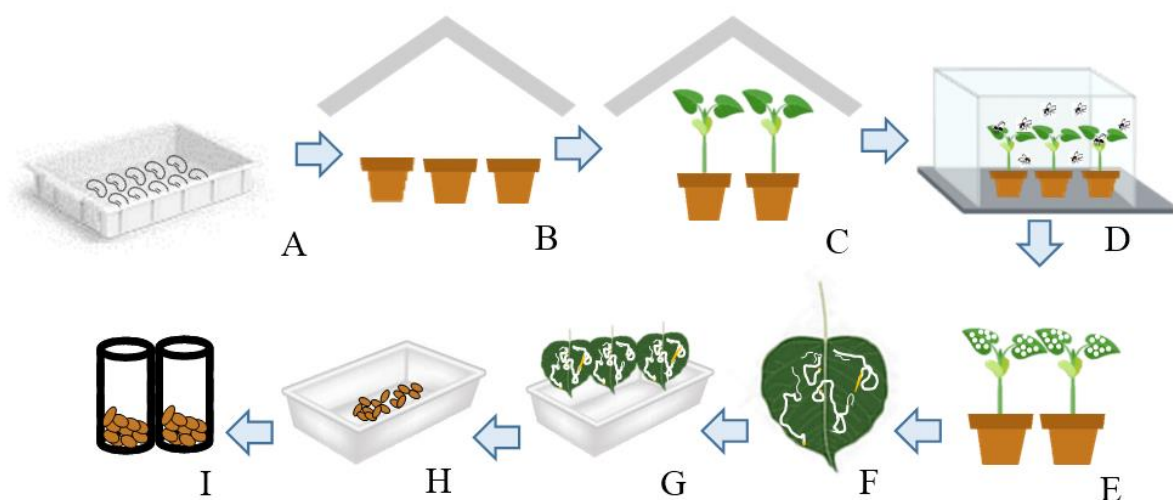
coletada em folhas de meloeiro com presença de larvas de mosca-minadora em áreas produtoras de melão no município de Tibau, Rio Grande do Norte (4°54'10.0"S 37°21'57.2"W) e mantida, no máximo, por cinco gerações em laboratório. As duas populações (Laboratório e campo) foram mantidas em salas separadas e, em condições controladas à  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $60 \pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

#### 4.2 Criação e manutenção das populações de mosca-minadora

A metodologia de criação e de manutenção utilizadas para as populações de *L. sativae* foi adaptada de Araújo *et al.* (2007), usando gaiolas entomológicas individuais com estruturas de madeira (60 x 60 x 50 cm) revestidas com tecido *voil*. Para criação e multiplicação da mosca-minadora foram utilizadas plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.). As plantas de feijão-de-porco foram obtidas via propagação de sementes. A germinação foi realizada em caixas plásticas do tipo *gerbox* (Figura 1-A) com duas folhas de papel toalha umedecidas diariamente com água destilada e mantidas em local de baixa luminosidade à  $27^\circ\text{C}$ . Após 2-3 dias, as sementes que apresentavam emissão da raiz primária maior que 2 mm de comprimento foram conduzidas para a casa-de-vegetação e transplantadas em vasos plásticos (Figura 1-B), contendo mistura de areia, turfa e húmus de minhoca na proporção de 2:1:1, respectivamente. Quando atingiram o desenvolvimento de duas folhas verdadeiras (15 dias após o semeio) (Figura 1-C), foram alocadas nas gaiolas de criação contendo adultos de *L. sativae* para a infestação durante um período de 24-48 horas (Figura 1-D).

Os adultos de *L. sativae* receberam, como fonte de alimento, mel de abelha puro disponibilizado em papel filtro suspenso por alfinete na parte superior da gaiola. A reposição de mel foi realizada a cada 24-48 horas, juntamente com a retirada de plantas infestadas (Figura 1-E), seguida da reposição de plantas não atacadas. As plantas infestadas foram mantidas em prateleiras por cerca de 4-5 dias, permitindo o desenvolvimento inicial das larvas e a formação das primeiras minas nas folhas (Figura 1-F). Após esse período, as plantas foram acondicionadas em bandejas plásticas (Figura 1-G) até que as larvas alcançassem seu completo desenvolvimento e se transformassem em pupas, se desprendendo das folhas e caindo em um recipiente coletor (Figura 1-H). As pupas foram coletadas diariamente com o auxílio de um pincel de cerdas finas, transferidas e armazenadas em tubos de ensaio de vidro (8,0 x 2,0 cm) (Figura 1-I). Os tubos contendo as pupas foram vedados com filme plástico e perfurados (micro furos) com o auxílio de micro alfinetes para circulação de ar e fornecimento de mel. Após a emergência dos adultos, estes foram liberados nas gaiolas dando

continuidade à manutenção e multiplicação das populações de *L. sativae*.



**Figura 1** - Manejo da criação de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em laboratório: A) Sementes de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.) para produção de mudas; B) Sementes com emissão da raiz primária (> 2 mm) levadas para a casa-de-vegetação e plantadas em vasos plásticos. C) Mudanças de *C. ensiformis* L. produzidas em casa-de-vegetação com 13-15 dias de idade; D) Mudanças submetidas a infestação em laboratório, em contato com adultos de *L. sativae* por 24-48 h; E) Mudanças de *C. ensiformis* L. infestadas após contato com *L. sativae*; F) Larvas de *L. sativae* após 4-5 dias de infestação; G) Folhas infestadas mantidas em recipiente plástico; H) Pupas de *L. sativae* e; I) Pupas de *L. sativae* coletadas e acondicionadas em tubo de vidro (8,0 x 2,0 cm).

#### 4.3 Produção e condução das mudas de melão

A produção das mudas de melão do tipo amarelo - híbrido Goldex - foi realizada em casa-de-vegetação (4 x 5 m) em bandejas de polietileno (200 células) (Figura 2-A) contendo uma mistura de substrato de fibra de coco e substrato comercial na proporção de 1:1. Após a sementeira, o substrato foi umedecido e as bandejas acondicionadas em sala climatizada com baixa luminosidade, alta umidade e à  $27 \pm 2^\circ\text{C}$ , até a germinação das primeiras sementes (2 dias). Posteriormente, foram transportadas para casa-de-vegetação, onde permaneceram até o transplante (10º dia). As mudas foram transplantadas para vasos de polietileno (0,3 L), contendo como substrato a areia, o substrato comercial e os húmus de minhoca na proporção 3:2:1, respectivamente; e permaneceram até a condução dos experimentos. A irrigação foi realizada com regador manual duas vezes ao dia, no início da manhã e no final da tarde.

No décimo dia, após o transplante, o tutoramento das plantas foi realizado com auxílio de palitos de madeira e fitilhos de plásticos, sempre que necessário, evitando o

tombamento e facilitando o manejo até atingirem três folhas totalmente desenvolvidas (23-25 dias após o plantio).

#### 4.4 Inseticidas - diluições e misturas

Nos experimentos foram utilizados quatro inseticidas recomendados para a cultura do meloeiro para o controle de mosca-minadora, *L. sativae*, tomando como base a maior concentração recomendada pelos fabricantes (Tabela 1). Nos experimentos de eficácia, também foram utilizadas misturas desses inseticidas (Tabela 1). Como testemunha, em todos os ensaios, foi utilizada água destilada.

**Tabela 1** - Nome comercial, tratamentos, dose e grupo químico de produtos fitossanitários avaliados em testes laboratoriais em plantas de meloeiro infestadas por *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae)

Nome comercial	Tratamentos	Dose (g i.a./L)	Grupo químico
Verimark 200 SC	Cyantraniliprole (CyaSC)	100,0	Antranilamida
Benevia 100 OD	Cyantraniliprole (CyaOD)	50,0	Antranilamida
Vertimec 18 EC	Abamectina (AbaEC)	0,018	Avermectina
Benevia 100 OD + Vertimec 18 EC	Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC)	50,0 + 0,018	Antranilamida + Avermectina
Benevia 100 OD + Vertimec 18 EC	Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD25 + AbaEC)	25,0 + 0,018	Antranilamida + Avermectina
Trigard 750 WP	Ciromazina (CirWP)	90,0	Triazinamina
Testemunha	Água Destilada	-	-

Os produtos foram previamente diluídos em água destilada ou água advinda de uma fazenda produtora, simulando aplicação em campo. A aplicação dos tratamentos foi realizada via pulverização foliar, exceto o tratamento Cyantraniliprole 200 SC (150 g i.a./L), que foi aplicado via *drench*. Os inseticidas foram aplicados com auxílio de pulverizador manual e, de maneira uniforme sobre a superfície das folhas de meloeiro. Para aplicação via *drench*, a taxa média considerada foi de 40 mL/planta, correspondendo a um volume médio aplicado por planta em campo. Para o pulverizador manual, a taxa de fluxo foi de 0,083 mL/seg. e a taxa média de aplicação de 0,02 mL/cm<sup>2</sup>, correspondendo a um volume médio de 5 mL/planta.

Para a obtenção do volume médio de calda aplicada via foliar, 10 discos de papel filtro com diâmetro de 10 cm foram pesados individualmente, em seguida, realizou-se as pulverizações nos mesmos. Ao final de cada pulverização, os discos foram novamente

pesados, obtendo-se o volume final aplicado com as diferenças de pesos entre os discos antes e depois da aplicação das caldas.

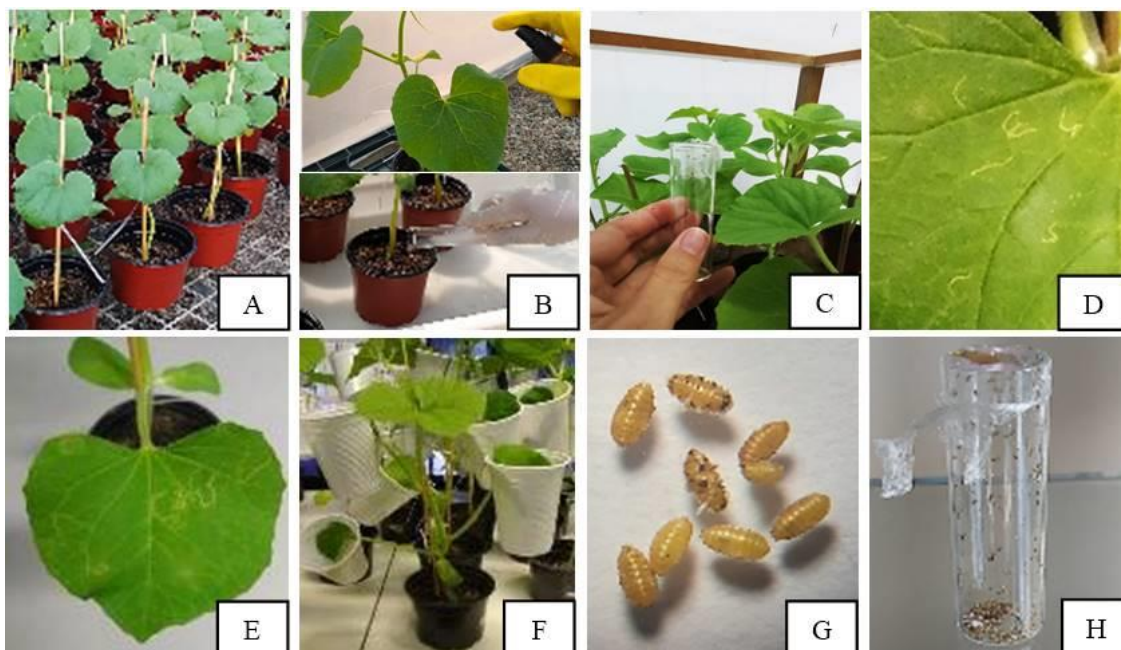
Os ensaios foram realizados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com sete tratamentos (Tabela 1) e 10 repetições, sendo cada repetição representada por uma planta de meloeiro em pré ou pós infestação com larvas de *L. sativae*. Os inseticidas isolados e em mistura foram analisados quanto à eficiência em populações de mosca-minadora provenientes de criação de laboratório e de campo e, em pré ou pós infestação, sendo, portanto, conduzidos quatro ensaios concomitantemente.

#### **4.5 Teste de eficácia de inseticidas sobre plantas de melão pré e pós-infestadas com mosca-minadora**

##### **Teste pré-infestação**

As plantas de melão com três folhas desenvolvidas (23-25 dias após o plantio) (Figura 2-A) foram submetidas a aplicação dos produtos (Figura 2-B). Após 2 horas (período de secagem das plantas), as plantas foram distribuídas no interior de gaiolas entomológicas (60 x 60 x 50 cm) onde foram submetidas à infestação por populações de adultos de mosca-minadora provenientes do laboratório e campo (Figura 2-C). Foram liberados, em média, 35 adultos com 72 horas de vida por planta, permanecendo em contato com as mesmas por 2 horas sob luz constante e à  $27 \pm 2^\circ\text{C}$ . Posteriormente, as plantas foram retiradas das gaiolas e conduzidas para a casa-de-vegetação, onde permaneceram recebendo água por meio de irrigação localizada, duas vezes ao dia, utilizando-se uma pisseta com o jato dirigido para o substrato.

Três dias após a infestação foi quantificado o número de minas por folha em cada planta/tratamento (Figura 2-D). No quinto dia, as plantas retornaram ao laboratório e as folhas com a presença de larvas (Figura 2-E) com desenvolvimento normal, foram acondicionadas em copos descartáveis de forma que a coleta de pupas (Figura 2-F) fosse realizada. As pupas foram quantificadas e recolhidas com o auxílio de um pincel de cerdas finas e, armazenadas em tubos de vidro (8,0 x 2,0 cm) (Figura 2-G), devidamente identificados, onde permaneceram até a emergência dos adultos (Figura 2-H), que também foram quantificados.

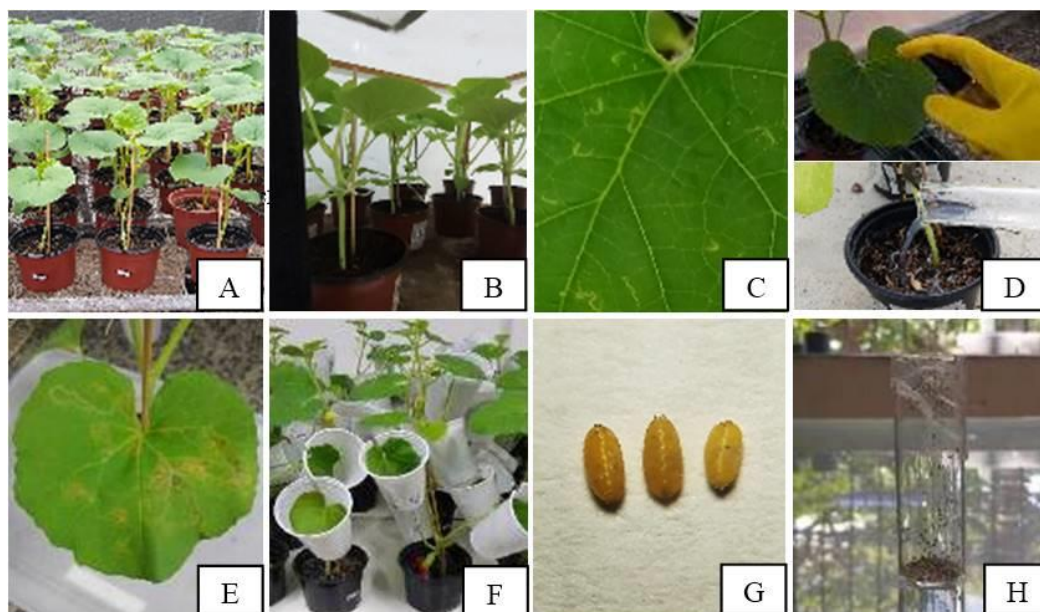


**Figura 2** - Teste de eficácia de inseticidas sobre *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em pré-infestação: A) Mudas de *Cucumis melo* produzidas em casa-de-vegetação com 3 folhas completamente desenvolvidas e expandidas; B) Mudas submetidas aos tratamentos por pulverização ou *drench*; C) Mudas submetidas ao contato com *L. sativae* por 2 h; D) Contagem de minas causadas por *L. sativae* em folhas de melão após 3 dias da infestação; E) Minas desenvolvidas pela infestação de *L. sativae* em folhas de melão após 5 dias da infestação; F) Plantas acondicionadas em copos descartáveis para coleta de pupas; G) Pupas de *L. sativae* coletadas e acondicionadas em tubo de vidro (8,0 x 2,0 cm); H) Adultos de *L. sativae*.

### Teste pós-infestação

As plantas de melão com três folhas desenvolvidas (23-25 dias após o plantio) (Figura 3-A), foram distribuídas no interior de gaiolas entomológicas (60 x 60 x 50 cm), submetidas à infestação por populações de adultos de mosca-minadora advindas do laboratório e campo (Figura 3-B). Foram liberados, em média, 35 adultos com 72 horas de vida por planta, permanecendo em contato com as mesmas por 2 horas sob luz constante e à  $27 \pm 2$  °C.

Posteriormente, as plantas foram transportadas para casa-de-vegetação onde permaneceram recebendo água por meio de irrigação localizada, duas vezes ao dia. Após três dias da infestação foi quantificado o número de minas por folha em cada planta (Figura 3-C) e, as plantas foram divididas em grupos com número aproximado de minas, metodologia adaptada de Cox *et al.* (1995). Em seguida, as plantas foram submetidas à aplicação dos tratamentos (Figura 3-D). No quinto dia após a infestação, retornaram ao laboratório para a coleta e quantificação de pupas (Figura 3-F; 3-G) e posteriormente de adultos (Figura 3-H).



**Figura 3** - Teste de eficácia de inseticidas sobre *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em pós-infestação: A) Mudas de *Cucumis melo* produzidas em casa-de-vegetação com 3 folhas completamente desenvolvidas e expandidas; B) Mudas submetidas ao contato com *L. sativae* por 2 h; C) Contagem de minas causadas por *L. sativae* em folhas de melão após 3 dias da infestação; D) Mudas submetidas aos tratamentos por pulverização ou *drench*; E) Minas desenvolvidas causadas por *L. sativae* em folhas de melão após 5 dias da infestação; F) Plantas acondicionadas em copos descartáveis para coleta de pupas; G) Pupas de *L. sativae* coletadas e acondicionadas em tubo de vidro (8,0 x 2,0 cm); H) Adultos de *L. sativae*.

#### 4.6 Determinação da concentração letal média (CL<sub>50</sub>) dos inseticidas sobre população de campo de *L. sativae*

Os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos sendo sete concentrações dos inseticidas e a testemunha, com 10 repetições, sendo cada repetição representada por uma planta infestada. As concentrações utilizadas para determinação da concentração letal (CL<sub>50</sub>), foram obtidas em um pré-teste, no qual foram estimadas sete concentrações distribuídas em escala logarítmica, que proporcionaram mortalidades mínimas e máximas de 5 e 95%, respectivamente (YU, 2014; ROBERTSON *et al.*, 2017). Foram utilizadas as maiores concentrações recomendadas pelos fabricantes e, portanto, o ponto de referência para as concentrações inferiores analisadas. Foram instalados quatro ensaios em paralelo, um para cada inseticida.

As plantas de meloeiro utilizadas nos bioensaios foram divididas em grupos que continham número semelhante de minas causadas pela mosca-minadora (adaptado de COX *et al.*, 1995). As plantas com três folhas desenvolvidas e infestadas com larvas de primeiro instar de *L. sativae*, foram submetidas a aplicação dos produtos. A testemunha consistiu da

aplicação de água destilada. As plantas tratadas foram mantidas em casa-de-vegetação por 72 h e as folhas identificadas com a presença de minas foram levadas ao laboratório e acondicionadas em copos descartáveis de forma que pudesse ser realizada a coleta de pupas.

Os resultados foram coletados cinco dias após aplicação dos tratamentos e por meio das curvas, foram geradas estimativas da concentração letal média ( $CL_{50}$ ) para mortalidade de 50% da população de mosca-minadora aos inseticidas: Cyantraniliprole 200 SC (150 g i.a./L) - (CyaSC); Cyantraniliprole 100 OD (50 g i.a./L) (CyaOD); Abamectina 18 EC (0,018 g i.a./L) (AbaEC); e Ciromazina 750 WP (90 g i.a./L) (CirWP).

#### 4.7 Parâmetros avaliados

O número de minas (NM), o número de pupas (NP) e o número de adultos (NA) de *L. sativae* forneceram os parâmetros: Viabilidade de larvas [VL (%)] e de pupas [VP (%)] por planta, com base nas fórmulas:  $VL (\%) = (100 \cdot NP) / NM$ ;  $VP (\%) = (100 \cdot NA) / NP$ , respectivamente, sendo utilizados para determinar a eficácia dos inseticidas.

Para o teste de determinação da concentração letal média ( $CL_{50}$ ), foi avaliada a mortalidade de indivíduos tratados e não tratados, gerando estimativas da concentração letal média ( $CL_{50}$ ) para mortalidade de 50,0% da população de mosca-minadora. Para a correção da mortalidade total dos insetos durante todo o processo experimental, foi aplicada à fórmula de Abbott:  $MC = (MTR - MTE) / (100 - MTE) \times 100$ ; onde: MC= mortalidade corrigida em função do tratamento testemunha (%); MTR= mortalidade observada no tratamento com o inseticida (%); MTE= mortalidade observada no tratamento testemunha (%) (ABBOTT, 1925).

#### 4.8 Análise estatística

Os valores de viabilidade de larvas e de pupas foram corrigidos pela fórmula de Abbott (1925) e verificados quanto a homogeneidade das variâncias e normalidade. A percentagem da viabilidade de larvas e de pupas das populações de *L. sativae* foram submetidas ao teste não-paramétrico Kruskal Wallis com  $p \leq 0,05$ . Para o bioensaio de Concentração Letal média ( $CL_{50}$ ), os dados de mortalidade foram submetidos à análise PROBIT (LEORA, 2003). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa software livre R versão 4.1.1. (R CORE TEAM, 2021).

## 5 RESULTADOS

Os inseticidas utilizados em meloeiro visando o controle de *L. sativae* reduziram acentuadamente a viabilidade de larvas da população criada em laboratório quando comparada à população de campo.

### Plantas pré-infestadas com larvas de *L. sativae*

Em plantas de melão pré-infestadas, observou-se redução do número de larvas de mosca-minadora em plantas tratadas com os inseticidas, exceto para Ciromazina (CirWP) (Tabela 2).

**Tabela 2** - Mortalidade total (larva + pupa) de populações de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em folhas de meloeiro pré-infestadas submetidas ao tratamento com inseticidas

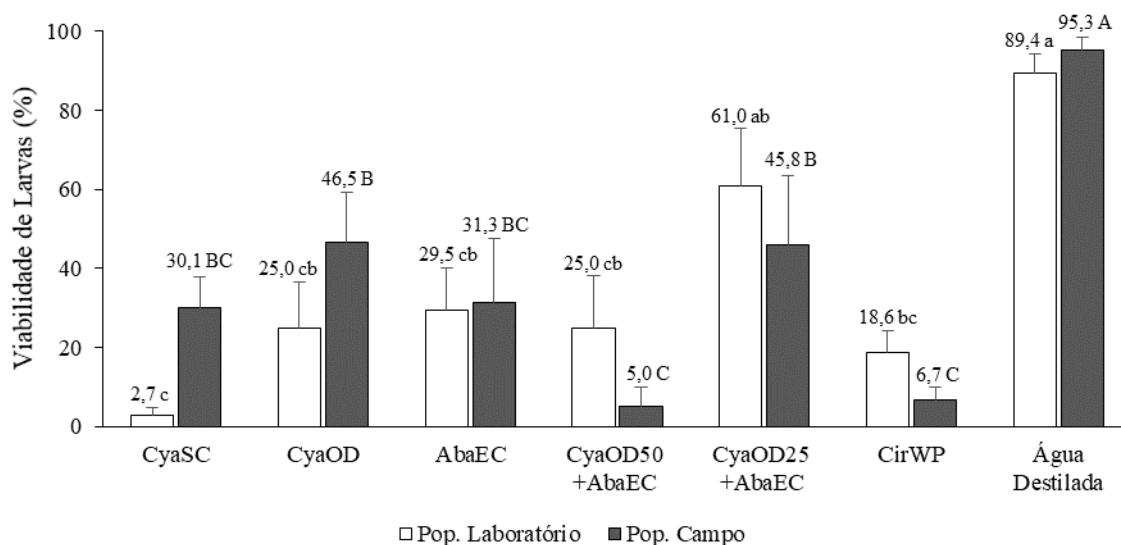
Tratamentos	Pop. Laboratório			Pop. Campo		
	Pop. Inicial <sup>1</sup>	MA <sup>2</sup>	%MC <sup>3</sup>	Pop. Inicial <sup>1</sup>	MA <sup>2</sup>	%MC <sup>3</sup>
Cyantraniliprole (CyaSC)	159	144	88,7	141	114	78,1
Cyantraniliprole (CyaOD)	24	12	40,0	72	33	38,0
Abamectina (AbaEC)	48	20	30,0	10	9	88,6
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC)	16	12	70,0	9	8	87,3
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD25 + AbaEC)	70	10	14,3	13	9	64,8
Ciromazina (CirWP)	427	363	82,0	311	303	97,1
Água Destilada	432	72	-	413	52	-

<sup>1</sup>População inicial; <sup>2</sup>Mortalidade acumulada; <sup>3</sup>Mortalidade corrigida - fórmula de Abbott (%).

Observou-se baixa viabilidade de larvas (2,7%) da população de *L. sativae* proveniente de laboratório, quando tratada com Cyantraniliprole (CyaSC), diferindo da testemunha, sendo que nos demais tratamentos [Cyantraniliprole (CyaOD50), Abamectina (AbaEC), Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC) e Ciromazina (CirWP)], a viabilidade não ultrapassou 30,0%, exceto Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD25 + AbaEC), com 61,0% de viabilidade larval (Figura 4).



**Figura 4** - Viabilidade larval (%) de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) (Populações de laboratório e campo) após aplicação foliar e via *drench* de diferentes inseticidas em plantas de meloeiro pré-infestadas



CyaSC= [Cyantraniliprole 100 OD (50 g i.a./ ha)]; CyaOD= [Cyantraniliprole 200 SD (100 g i.a./ ha)]; AbaEC= [Abamectina 18 EC (0,018 g i.a./ ha)]; CyaSC50 + AbaEC= [Cyantraniliprole 100 OD + Abamectina 18 EC (50 +0,018 g i.a./ ha)]; CyaSC25 + AbaEC= [Cyantraniliprole 100 OD + Abamectina 18 EC (25 +0,018 g i.a./ ha)] e CirWP= [Ciromazina 750 WP (90 g i.a./ ha)]. Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas para a população laboratório e maiúsculas para a população campo, não diferem entre si, pelo teste não-paramétrico Kruskal-Wallis, ao nível de 5% de probabilidade.

Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC) e Ciromazina (CirWP) reduziram para 5,0 e 6,7% a viabilidade larval da população de campo, respectivamente. Para os demais tratamentos, a viabilidade larval variou de 30,1 a 45,8% (Figura 4).

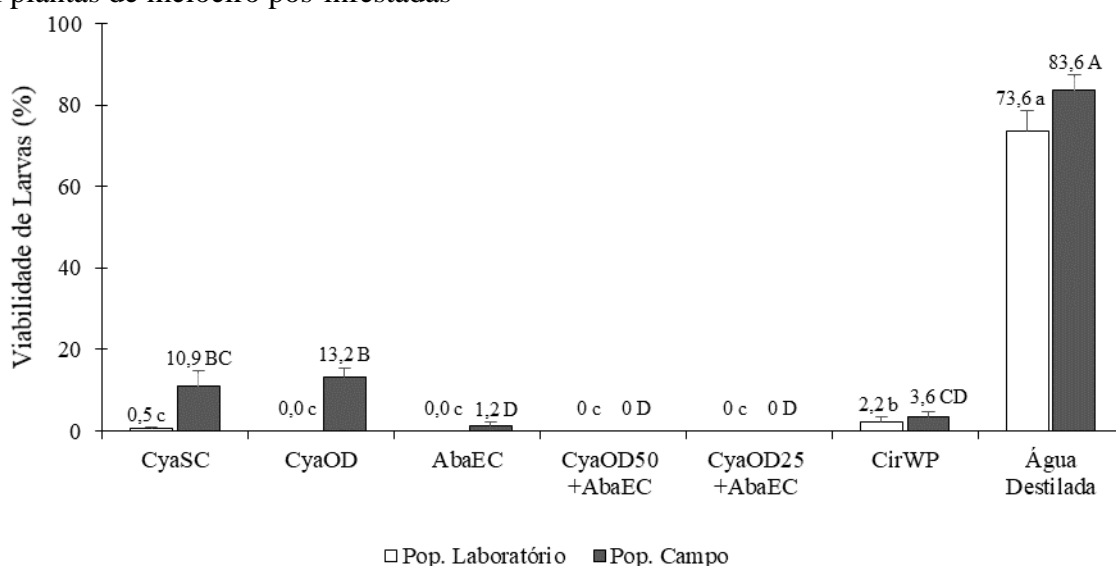
Considerando a mortalidade acumulada corrigida provocada pelos inseticidas na população laboratório, constatou-se que Cyantraniliprole (CyaSC) e Ciromazina (CirWP) atingiram médias superiores à 80,0% (Tabela 2). Já Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC) apresentaram média de 70,0%, enquanto os demais tratamentos causaram percentual de mortalidade abaixo de 40,0% (Tabela 2).

Para a população de campo, Abamectina (AbaEC), Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC) e Ciromazina (CirWP) causaram mais de 80,0% de mortalidade. Enquanto Cyantraniliprole (CyaSC) e Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD25 + AbaEC) apresentaram média de 70,0 e 60%, respectivamente e Cyantraniliprole (CyaOD) ocasionou mortalidade abaixo de 40,0% (Tabela 2).

### Plantas pós-infestadas com larvas de *L. sativae*

Em plantas de melão pós-infestadas, as larvas de *L. sativae* da população de laboratório, ao serem submetidas aos tratamentos Cyantraniliprole (CyaOD), Abamectina (AbaEC), Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC) sofreram efeito letal após 48 horas da aplicação, com nenhuma sobrevivência. Nas plantas tratadas com Cyantraniliprole (CyaSD) e Ciromazina (CirWP) observou-se que 0,5 e 2,2% das larvas, respectivamente, avançaram para as próximas fases (Figura 5), mas poucos indivíduos atingiram a fase de pupa, devido a mortalidade das larvas nas folhas.

**Figura 5** - Viabilidade larval (%) de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) (Populações laboratório e campo) após aplicação foliar e via *drench* de diferentes inseticidas em plantas de meloeiro pós-infestadas



CyaSC= [Cyantraniliprole 100 OD (50 g i.a./ ha)]; CyaOD= [Cyantraniliprole 200 SD (100 g i.a./ ha)]; AbaEC= [Abamectina 18 EC (0,018 g i.a./ ha)]; CyaSC50 + AbaEC= [Cyantraniliprole 100 OD + Abamectina 18 EC (50 +0,018 g i.a./ ha)]; CyaSC25 + AbaEC= [Cyantraniliprole 100 OD + Abamectina 18 EC (25 +0,018 g i.a./ ha)] e CirWP= [Ciromazina 750 WP (90 g i.a./ ha)]. Médias seguidas de mesma letra, minúscula para a população de laboratório e maiúscula para a população de campo, não diferem entre si, pelo teste não-paramétrico Kruskal-Wallis, ao nível de 5% de probabilidade.

A viabilidade de larvas da população de campo, quando tratadas com Abamectina (AbaEC), Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC) e Ciromazina (CirWP) atingiu, no máximo 3,6%, ou seja, não houve sobrevivência das larvas devido à morte nos primeiros instares e não houve danos aparentes nas folhas. As duas formulações de Cyantraniliprole, CyaOD (dispersão em óleo) e CyaSC (suspensão concentrada), causaram mortalidade de 86,8 e 89,1%, respectivamente (Figura 5), taxas consideradas satisfatórias para

uso em campo.

Considerando a viabilidade de pupas, na população de laboratório, a maioria dos tratamentos resultou em 100,0% da mortalidade, exceto Cyantraniliprole (CyaSC) (Tabela 3). Na população de campo, apenas Cyantraniliprole (CyaSC e CyaOD) e Abamectina (AbaEC) permitiram que indivíduos jovens chegassem a fase adulta (Tabela 3).

**Tabela 3** - Viabilidade de pupas (%) de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) (Populações laboratório e campo) após aplicação de diferentes tratamentos em plantas de meloeiro abrigando o inseto-praga na fase larval (Pós-infestação)

Tratamentos	Viabilidade de pupas (%)	
	Pop. Laboratório	Pop. Campo
Cyantraniliprole (CyaSC)	100,0 a	68,6 ac ( $\pm 17,9$ )
Cyantraniliprole (CyaOD)	-	98,6 ab ( $\pm 1,4$ )
Abamectina (AbaEC)	-	100,0 a
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC)	-	-
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD25 + AbaEC)	-	-
Ciromazina (CirWP)	0,0 b	0,0 d
Água Destilada	66,6 a ( $\pm 7,4$ )	71,8 c ( $\pm 5,61$ )

- Indivíduos não sobreviveram para passar para fase seguinte.

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste não-paramétrico Kruskal-Wallis, ao nível de 5% de probabilidade.

Todos os tratamentos causaram 100,0% de mortalidade acumulada na população de laboratório (Tabela 4). Já para a população de campo, os produtos Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC e CyaOD25 + AbaEC) e Ciromazina (CirWP) ocasionaram 100,0% de mortalidade, enquanto Abamectina (AbaEC) e Ciantraniliprole (CyaSC e CyaOD) promoveram 97,3; 86,3 e; 79,2%, respectivamente (Tabela 4).

**Tabela 4** - Mortalidade total (larva + pupa) de populações de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em folhas de meloeiro pós-infestadas submetidas ao tratamento com inseticidas

Tratamentos	Pop. Laboratório			Pop. Campo		
	Pop. Inicial <sup>1</sup>	MA <sup>2</sup>	%MC <sup>3</sup>	Pop. Inicial <sup>1</sup>	MA <sup>2</sup>	%MC <sup>3</sup>
Cyantraniliprole (CyaSC)	239	239	100,0	240	220	86,3
Cyantraniliprole (CyaOD)	225	225	100,0	237	207	79,2
Abamectina (AbaEC)	213	213	100,0	248	244	97,3
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC)	223	223	100,0	237	237	100,0
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD25 + AbaEC)	206	206	100,0	227	227	100,0
Ciromazina (CirWP)	203	203	100,0	254	254	100,0
Água Destilada	192	100	-	235	92	-

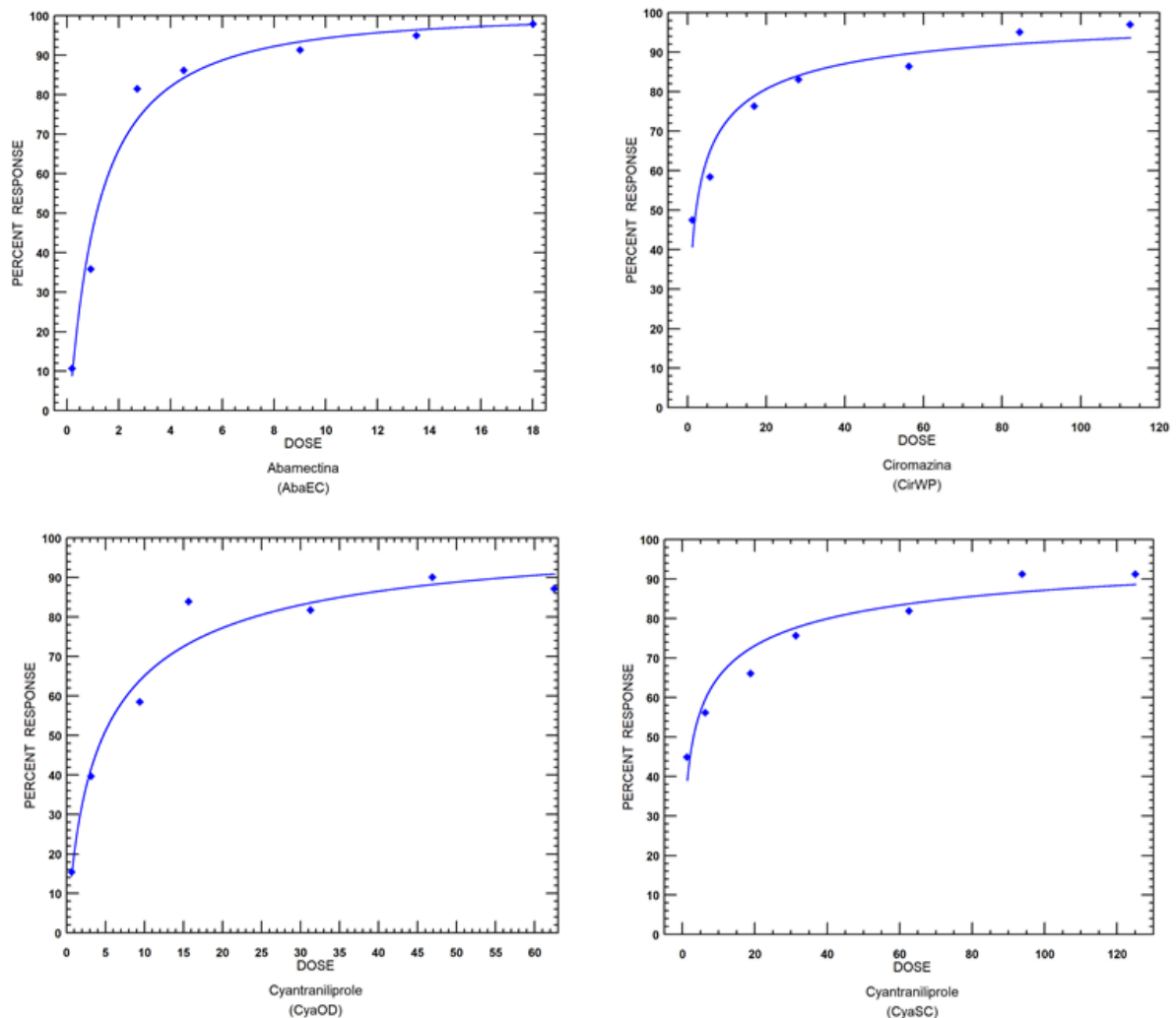
<sup>1</sup>População inicial; <sup>2</sup>Mortalidade acumulada; <sup>3</sup>Mortalidade corrigida - fórmula de Abbott (%).

Considerando a concentração letal média (CL<sub>50</sub>), os resultados ajustaram-se ao modelo de PROBIT ( $\chi^2$  não significativo,  $p \leq 0,05$ ). A CL<sub>50</sub> em larvas de *L. sativae* (população coletada em área produtora de melão) para Abamectina (AbaEC), após 5 dias de exposição, foi de 1,11 mg i.a./L, para Ciromazina (CirWP), 2,02 mg i.a./L e, para Cyantraniliprole os valores de CL<sub>50</sub> foram de 2,90 mg i.a./L (CyaSC) e 4,66 mg i.a./L (CyrOD) (Tabela 5; Figura 6).

**Tabela 5** - Concentração letal média (CL<sub>50</sub>) de inseticidas considerando a fase larval de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) à 25 ± 2°C; 70 ± 10% de U. R. e fotofase de 12 h em população coletada no Polo Jaguaribe-Assú

Tratamentos	N <sup>oa</sup>	GL <sup>b</sup>	Slope ± SE <sup>c</sup>	CL50 (IC95%) <sup>d</sup>	X <sup>2e</sup>
Cyantraniliprole (CyaOD)	1.139	5	1,18 ± 0,07	4,66 (2,81 ± 6,89)	13,69
Cyantraniliprole (CyaSC)	1.123	5	0,74 ± 0,07	2,90 (1,02 ± 5,41)	9,58
Abamectina (AbaEC)	820	5	1,67 ± 0,11	1,11 (0,79 ± 1,48)	7,57
Ciromazina (CirWP)	836	5	0,87 ± 0,08	2,02 (0,69 ± 3,83)	8,72

<sup>a</sup>Número total de insetos utilizados; <sup>b</sup>Grau de liberdade; <sup>c</sup>Erro padrão; <sup>d</sup>Miligramas de ingrediente ativo por litro de água; <sup>e</sup>Qui-quadrado.



**Figura 6** - Curva de dose-resposta para viabilidade larval média de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em folhas de meloeiro em função do aumento da concentração dos inseticidas: Cyantranilprole (formulações OD e SC), Abamectina e Ciromazina.

## 6 DISCUSSÃO

Quando plantas de melão foram tratadas com inseticidas e os adultos de *L. sativae* foram expostos ao efeito residual dos mesmos, observou-se reduzido desenvolvimento de larvas, exceto para Ciromazina (CirWP) em ambas as populações (laboratório e campo). Isso sugere que os inseticidas Cyantranilprole e Abamectina podem ter causado alguma interferência no processo de escolha e oviposição de fêmeas adultas de *L. sativae* e/ou tenham efeito sobre ovos ou larvas recém emergidas.

Diversos autores relatam que o efeito residual de Abamectina afeta o desenvolvimento embrionário de *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) e de *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae), por conseguinte afeta a emergência das larvas impedindo a formação de minas nas folhas das plantas hospedeiras,

indicando atividade ovicida (HOSSAIN e POEHLING, 2009; SARYAZDI *et al.*, 2012). Essa molécula pode causar mortalidade de até 100,0% de indivíduos da espécie *L. trifolii* (SARYAZDI *et al.*, 2012), mas não há relatos que o efeito desse produto esteja relacionado a repelência de adultos (SCHUSTER e TAYLOR, 1988).

Um efeito não significativo foi observado no tratamento de Cyantraniliprole e Abamectina em mistura (CyaOD25 + AbaEC) com viabilidade de larvas considerada alta (61,0%) para população de laboratório. No entanto, quando as mesmas moléculas foram aplicadas de forma separada, observou-se menor viabilidade larval. Após a pulverização, as plantas apresentam maior concentração do produto nas folhas e o inseto tem acesso mais fácil aos altos níveis de certos inseticidas. No entanto, essas diferenças nos valores de viabilidade larval podem ter sofrido influência de variações de temperatura e das condições climáticas, no qual perdas da molécula podem ocorrer devido à evaporação, refletindo na ineficiência de controle do alvo. Além de outros possíveis fatores, como: quantidade diferente de ingrediente ativo disponível no tratamento ou em cada planta/folhas, aplicação dos tratamentos em momentos diferentes, assim como influência da tecnologia de pulverização.

Ao analisar a Ciromazina (CirWP) observa-se que a mesma não interferiu no processo de oviposição, visto que larvas se desenvolveram, porém, a viabilidade de pupas foi severamente prejudicada e a emergência dos adultos foi completamente interrompida. Isto se deve ao fato de a Ciromazina afetar o crescimento e o desenvolvimento de indivíduos da Ordem Diptera, desregulando o processo de muda e, afetando a esclerotização e consequentemente a formação de pupas (VAN DE WOUW *et al.*, 2006; YU, 2014).

Os tratamentos Abamectina (AbaEC) e Cyantraniliprole + Abamectina (CyaSC50 + AbaEC) reduziram a viabilidade larval na população advinda do campo em pré-infestação. Ambas as moléculas atuam no sistema nervoso e muscular dos insetos com efeito inibitório na célula nervosa, resultando em paralisia e morte dos indivíduos. Cyantraniliprole pertence à classe das diamidas (descoberta nos últimos 15 anos) que funcionam ativando o receptor de rianodina (LAHM *et al.*, 2007). As diamidas ligam-se aos receptores de rianodina desencadeando uma liberação descontrolada das reservas de cálcio, causando a interrupção da alimentação, a letargia, a paralisia e, consequentemente, a morte do inseto (CORDOVA *et al.*, 2006). Cyantraniliprole compartilha do mesmo modo de ação com duas outras diamidas comerciais (Clorantraniliprole e Flubendiamida), mas possui maior solubilidade em água, o que pode ter contribuído para os bons resultados encontrados. Essa molécula foi levada ao mercado em uma formulação para aplicações foliares (formulação OD) e outra para aplicação no solo, por gotejamento (formulação SC).

Em aplicações no solo ou nos tecidos vegetais, Cyantraniliprole apresenta boa mobilidade caracterizando-se com atividade translaminar e conferindo o efeito residual mais longo, reduzindo assim as perdas por lavagem, volatilização e fotodegradação (BARRY, 2015). Somado a isto, as propriedades físico-químicas desse inseticida lhe tornam mais lipofílico, ou seja, menos solúvel em água, contribuindo para uma absorção mais rápida dos ativos na folha (ZHANG *et al.*, 2018). Essas características favorecem a melhor eficácia no controle de insetos que se alimentam do interior do tecido foliar, como é o caso da mosca-minadora.

Ciromazina também afetou de forma significativa a viabilidade de larvas, mas as larvas sobreviventes progrediram até o terceiro instar, causando danos aparentes nas folhas. Essa diferença na velocidade para causar mortalidade das larvas está associada a ação fisiológica e tardia da Ciromazina, pois a mesma atua no processo de ecdise (VAN DE WOUW *et al.*, 2006). A Ciromazina ainda não tem seu modo de ação perfeitamente conhecido, mas observações em *Drosophila melanogaster* (Meigen) (Diptera: Drosophilidae) sugerem uma conexão entre seu modo de ação e o controle do balanço hormonal do desenvolvimento larval, acumulando-se no interior das larvas, aumentando o tempo de desenvolvimento do indivíduo, refletindo em retardo entre a exposição e o efeito do inseticida (VAN DE WOUW *et al.*, 2006).

As baixas porcentagens de mortalidade total observadas em ambas as populações em pré-infestação, podem estar relacionadas aos inseticidas testados têm ação no estágio imaturo (fase de larva) da mosca-minadora, sem apresentarem ação em adultos. Um outro ponto a ser destacado, pode ser o efeito residual das moléculas de Abamectina, Cyantraniliprole e Ciromazina, sendo esses diminuídos por fatores bióticos, como degradação dos compostos pela atividade metabólica da própria planta e/ou fatores abióticos (luz, temperatura e radiação solar) ou mesmo devido ao tipo de superfície aplicada (folha ou solo) (GALLO *et al.*, 2002). Dessa forma, é possível que com o passar do tempo, as moléculas de inseticidas tenham seu potencial de ação diminuído por algum fator, refletindo na redução da mortalidade da mosca-minadora.

Os baixos índices de mortalidade nos tratamentos com Cyantraniliprole (CyaOD25) e Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD25 + AbaEC) para ambas populações (laboratório e campo) e Abamectina (AbaEC) para população de laboratório, podem ser explicados em razão das moléculas inseticidas terem sofrido degradação ao longo do tempo, iniciada desde o momento da aplicação até a eclosão das larvas (aproximadamente 3 dias), sendo esta fase a mais susceptível ao contato e ingestão das moléculas inseticidas.

Apesar dos tratamentos terem sido aplicados em plantas no interior de uma casa-de-vegetação e, terem sido transferidas para o laboratório após 5 dias, ambientes esses mais protegidos do que em campo, é importante salientar que essas plantas contendo os resíduos resultantes das aplicações, não estavam isentas de variações de temperatura, umidade relativa e incidência de luz solar.

Considerando plantas pós-infestadas, a baixa viabilidade larval observada sob ação dos inseticidas utilizados em ambas populações foi significativa. Os tratamentos Cyantraniliprole (CyrOD), Abamectina (AbaEC) e Cyantraniliprole em mistura com Abamectina (CyrSD50+AbaEC), em ambas populações, ocasionaram porcentagem de mortalidade acima de 80% de larvas em estágios iniciais, com poucos danos aparentes nas folhas. A Abamectina pertence ao grupo químico Avermectina (Grupo 6 - Moduladores alostéricos de canais de canais de cloro mediados pelo glutamato), enquanto o Cyantraniliprole pertence ao grupo Antranilamida (Grupo 28 - Moduladores de receptores de rianodina) e, respectivamente atuam no sistema nervoso e muscular dos insetos causando a morte dos indivíduos. Estudos relatam níveis satisfatórios no controle de larvas de espécies de mosca-minadora ao utilizar Abamectina (MUJICA *et al.*, 1999; UMEDA, 1999) e Ciromazina (UMEDA, 1999).

Considerando a população de campo, os tratamentos que mais se destacaram foram Ciromazina (CirWP), Abamectina (AbaEC) e Cyantraniliprole em mistura com Abamectina (CyrSD50 + AbaEC e CyrSD25 + AbaEC). O primeiro, permitiu desenvolvimento da maioria das larvas até o último instar, mas grande parte estagnou nessa fase e morreu. As pupas formadas apresentavam formato larviforme alongado ou em forma de bastonete, típico da ação dessa molécula (BEL *et al.*, 2000). Nos demais tratamentos, as pupas formadas eram normais, com formato arredondado e curto.

A Ciromazina pode afetar e modificar a resistência mecânica das cutículas que é determinada pela extensão e o modo de esclerotização, em razão de mudanças em suas propriedades mecânicas (formato alongado), assim os parâmetros mecânicos da cutícula do corpo larval sob a influência da Ciromazina aumentam em espessura e reduzem a extensibilidade (BEL *et al.*, 2000). O movimento da Ciromazina no interior das plantas é por ação translaminar e acropetal (movimento via xilema) (BASF, 2013), seu modo de ação afeta o crescimento e o desenvolvimento dos insetos agindo como disruptor da ecdise, interferindo na formação das cutículas das larvas e pupas em Diptera (PENER; DHADIALLA, 2012), resultando em esclerotização irregular, melanização e lesões necróticas da cutícula, ruptura da parede corporal e, por fim, a morte do organismo (VAN DE WOUW *et al.*, 2006). Em estudos



foram observadas pupas malformadas e falta de emergência de adultos como resultado do tratamento com Ciromazina em *L. trifolii* (FERGUSON, 2004; SARYAZDI *et al.*, 2012), enquanto a “melanização” geral da cutícula e manchas de pigmento escuro foram relatadas em *D. melanogaster* (VAN DE WOUW *et al.*, 2006; BEL *et al.*, 2000).

Abamectina e misturas de Cyantraniliprole + Abamectina promoveram efeito letal em larvas de *L. sativae*, causando mortalidade de larvas ainda nos primeiros estádios, resultando em poucos danos nas folhas. Destaca-se os resultados satisfatórios para Cyantraniliprole + Abamectina (CyrOD50 + AbeEC e CyrOD25 + AbeEC), possivelmente em razão do uso de duas moléculas em mistura no controle de *L. sativae*. Em algumas situações, as misturas entre inseticidas podem promover interações positivas que se manifestam de forma sinérgica, contribuindo para atingir maiores percentuais de controle de insetos-praga (PETTER *et al.*, 2013). Isso pode explicar os resultados obtidos com as misturas.

Poucas larvas da população de campo passaram para os próximos instares quando tratadas com Cyantraniliprole e Abamectina, sem efeito aparente na fase de pupa. Pode-se considerar que tais moléculas não persistem no corpo das larvas em quantidade suficiente para causar mortalidade das pupas, além disso, pupas não ingerem o produto.

No contexto geral, a maioria dos tratamentos se destacaram no controle efetivo de *L. sativae* com porcentagens acima de 90,0% de mortalidade acumulada em ambas as populações testadas. No caso de Cyantraniliprole (CyaSC e CyaOD) as médias variaram de 79,2 a 86,3%, estes resultados são ainda considerados satisfatórios para o controle de mosca-minadora em campo.

Considerando os efeitos satisfatórios, tais resultados podem ter sido obtidos pelo modo como foram realizadas as pulverizações, uma vez que, foram tomados todos os cuidados para atingir todo o limbo foliar, de forma que a folha estivesse totalmente coberta com os produtos, garantindo assim que todas as larvas presentes nas folhas entrassem em contato com as moléculas. No entanto, é possível que no campo a realidade seja diferente, onde a tecnologia de aplicação adotada ou falhas na aplicação podem deixar algumas folhas sem cobertura total. Essas falhas podem advir do tipo de bico, da deriva, da massa de folhas da própria planta, da velocidade dos tratores, entre outros. Desta forma, é possível que, alguns insetos tornem-se capazes de reconhecer a presença de uma determinada toxina e passem a evitar o local onde os produtos foram aplicados, alterando assim o comportamento e, conseqüentemente, passam a buscar e encontrar áreas do limbo foliar não contaminadas para, assim, completarem seu desenvolvimento sem contato com os inseticidas (YU, 2014).

O mesmo pode ocorrer em aplicações de inseticidas via solo, uma vez que plantas

formadas possuem sistemas radiculares mais profundos e maciços, dessa forma os inseticidas aplicados na superfície do solo podem não ser absorvidos e translocados prontamente de forma desejada para a folhas (NAULT *et al.*, 2020). Já em plantas jovens (como as utilizadas no presente trabalho), os inseticidas sistêmicos podem ser mais eficientemente translocados, obtendo-se resultados mais promissores quando comparado com plantas mais desenvolvidas.

Considerando os dados de concentração letal média ( $CL_{50}$ ), a população de campo de *L. sativae* apresentou curvas de *slope* diferentes, ou seja, inclinação da reta variada. Valores de *slope* para Abamectina (AbaEC) e Cyantraniliprole (CyaSC) foram maiores do que para Ciromazina (CirWP) e para Cyantraniliprole (CyaOD). Esses resultados indicam que a resposta de mortalidade é mais rápida em pequenas variações das concentrações para AbaEC e CyaSC quando comparado com Ciromazina (CirWP) e Cyantraniliprole (CyaOD). Valores inferiores de inclinação, apontam que o incremento do percentual de mortalidade ocorre de forma mais lenta com o aumento da concentração e, por outro lado, valores mais elevados de inclinação indicam que um pequeno incremento na concentração aumenta consideravelmente o percentual de mortalidade (CARVALHO *et al.*, 2017).

Apesar de Abamectina ser uma molécula utilizada no mercado a bastante tempo (lançada em 1980), sua eficácia continua adequada, comprovada no controle de *Liriomyza* spp. na cultura do melão (SILVA, 2014; DAMASCENDO *et al.*, 2017) corroborada nesse trabalho. Já Cyantraniliprole é um inseticida que pertence ao grupo químico mais recentemente registrado (no ano de 2016) para o controle de *Liriomyza* spp. No entanto, observou-se que a população de *L. sativae* (campo) foi mais susceptível ao tratamento com Abamectina do que com Cyantraniliprole. Pode-se, portanto, sugerir que a sensibilidade reduzida da população de campo à Cyantraniliprole pode ser resultado da prévia exposição a inseticidas do mesmo grupo (Clorantraniliprole) que possuem o mesmo sítio de ligação, usado para o controle de outras pragas na cultura do melão, como broca-das-cucurbitáceas *Diaphania nitidalis* (Cramer) (Lepidoptera: Pyralidae). Pode-se considerar também variação natural ou populações não suscetíveis, diferentes regiões e condições climáticas do local onde a população foi coletada tenham colaborado nos resultados.

A  $CL_{50}$  de Ciromazina foi menor dentre os inseticidas testados e, isso pode estar relacionado ao fato de a população ter sido coletada em um único local, onde possivelmente a eficácia do inseticida Ciromazina não tenha variado, refletindo em um bom controle. Embora as moléculas de Ciromazina e Abamectina têm sido usadas para controlar minadores de folhas por muitos anos em vegetais e plantas ornamentais, não foram encontrados relatos de casos documentados de resistência no Brasil.

Os inseticidas Cyantraniliprole (Formulação OD e EC), Abamectina e Ciromazina tiveram desempenho aceitável no controle de população de campo de *L. sativae*. Os valores de CL<sub>50</sub> foram baixos quando comparado com a dose recomendada pela bula, com eficácia no controle de população de campo de *L. sativae* coletada em Tibau/RN. Devido aos diferentes modos de ação, esses quatro inseticidas devem ser considerados em rotação para o controle da mosca-minadora em uma estratégia de manejo integrado de pragas.

## 7 CONCLUSÕES

Os inseticidas Cyantraniliprole (CyaSC), Ciromazina (CirWP) e Cyantraniliprole + Abamectina (CyaSC50 + AbaEC) apresentaram resultados satisfatórios, com mortalidade de 97,3; 81,4 e; 75,0% (população de laboratório) e 69,9; 93,3 e; 95,0% (população de campo), respectivamente, no controle de larvas de *L. sativae*, em plantas de melão submetidas a pré-infestação.

Os inseticidas Ciromazina, Abamectina e as misturas de Cyantraniliprole + Abamectina, se destacaram por ocasionar mortalidade larval de 97,8% para o primeiro tratamento e 100,0% para os demais em população de laboratório e para população de campo, mortalidade larval foi de 96,4; 98,8 e; 100,0%, respectivamente, em plantas pós-infestadas.

Todos os tratamentos proporcionaram excelente desempenho (acima de 75,0%) na mortalidade acumulada, no controle de *L. sativae*, com destaque para Ciromazina (82,0 e 97,1%) e a mistura de Cyantraniliprole + Abamectina (70,0 e 87,3%), respectivamente para a população de laboratório e de campo, em plantas pós-infestas.

A CL<sub>50</sub> dos ingredientes ativos foi de 1,11 mg i.a./L, para Ciromazina, 2,02 mg i.a./L e, para Cyantraniliprole os valores de CL<sub>50</sub> foram de 2,90 mg i.a./L (CyaOD) e 4,66 mg i.a./L (CyrSC).

## REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of insecticide. **Journal of Economic Entomology**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.
- Sistema de Agrotóxico Fitossanitário. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 22 jul. 2021.
- ARAUJO, E. L.; NOGUEIRA, C. H. F.; MENEZES NETTO, A. C.; BEZERRA, C. E. S. Biological aspects of the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on melon (*Cucumis melo* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 43, n. 4, p. 579-582, 2013.
- ARAUJO, E. L.; PINHEIRO, S. A. M.; GEREMIAS, L. D.; MENEZES-NETTO, A. C.; MACEDO, L. P. M. Técnica de criação da mosca minadora *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). **Campo Digital**, Campo Mourão, PR, v. 2, n. 1, p. 5, 2007.
- BARILLI, D.; GUIDOTTI PINTO, C. P.; GOMES, C. M.; SILVA, J.; SANTOS, A. L. Z.; FONSECA, S. S.; ROSSI, G. D. **Modos de ação de inseticidas comerciais**. [s. l.], p. 284, 2019.
- BARRY, J. D.; PORTILLO, H. E.; ANNAN, I. B.; CAMERON, R. A.; CLAGG, D. G.; DIETRICH, R. F.; WATSON, L. J.; LEIGHTY, R. M.; RYAN, D. L.; MCMILLAN, J. A.; SWAIN, R. S.; KACZMARCZYK, R. A. Movement of cyantraniliprole in plants after foliar applications and its impact on the control of sucking and chewing insects. **Pest Management Science**, [s. l.], v. 71, n. 3, p. 395-403, 2015.
- BASF. Insecticide Mode of Action: Technical Training Manual. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/275959530\\_BASF\\_Insecticide\\_Mode\\_of\\_Action\\_Technical\\_Training\\_Manual](https://www.researchgate.net/publication/275959530_BASF_Insecticide_Mode_of_Action_Technical_Training_Manual). Acesso em: 22 jul. 2021.
- BEL, Y.; WIESNER, P.; KAYSER, H. Candidate target mechanisms of the growth inhibitor cyromazine: Studies of phenylalanine hydroxylase, puparial amino acids, and dihydrofolate reductase in dipteran insects. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, [s. l.], v. 45, n. 2, p. 69-78, 2000.
- CARVALHO, J. R.; PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R.; HOLTZ, A. M. **Análise de PROBIT aplicada a bioensaios com insetos**. Colatina: IFES, p. 102, 2017.
- CORDOVA, D., BENNER, E. A., SACHER, M. D.; RAUH, J. J.; SOPA, J. S.; LAHM, G. P.; SELBY, T. P.; STEVENSON, T. M.; FLEXNER, L.; GUTTERIDGE, S.; RHOADES, D. F.; WU, L.; SMITN, R. M.; TAO, Y. Anthranilic diamides: A new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. **Pesticide Biochemistry Physiology**, Newark, USA, v. 84, n. 3, p. 196-214, 2006.
- COSTA-LIMA, T. C., GEREMIAS, L. D.; PARRA, J. R. P. Reproductive activity and survivorship of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) at different temperatures and relative humidity levels. **Environmental Entomology**, Piracicaba, SP, v. 39, n. 1, p. 195-201, 2010.

COSTA-LIMA, T. C.; SILVA, A. C.; PARRA, J. R. P. **Moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae): Aspectos taxonômicos e biologia.** (Embrapa Semiárido. Documentos, 268). Petrolina, PE: Embrapa Semiárido: Documentos, 268. 36 p, 2015.

COX, D. L.; REMICK, D. M.; LASOTA, J. A.; DYBAS, R. A. Toxicity of avermectins to *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) larvae and adults. **Journal of Economic Entomology**, [s. l.], v. 88, n. 5, p. 1415-1419, 1995.

DAMASCENO, G. C. C.; OLIVEIRA, A. C.; DA COSTA-LIMA, T. C. Suscetibilidade de *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) em meloeiro a inseticidas. In: **Embrapa Semiárido - Artigo em Anais de Congresso (ALICE)**. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 12, 2017, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017.

DEVKOTA, S.; SEAL, D. R.; LIBURD, O. E.; FERGUSON, S.; WADDILL, C. T.; MARTIN, C. Responses of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to chemical and biorational insecticides. **Florida Entomologist**, Flórida, USA, v. 99, n. 4, p. 616-623, 2016.

FERNANDES, W. C.; PASTORI, P. L.; DIAS-PINI, N. S.; FEITOSA, F. A. A.; PEREIRA, F. F. Pragas do meloeiro. In: GUIMARÃES, M. A.; ARAGÃO, F. A. S. (Org.). **Produção de melão**. 1ed. Viçosa-MG: UFV, 2019, p. 245-265.

FERGUSON, J. S. Development and stability of insecticide resistance in the leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to cyromazine, abamectin, and spinosad. **Journal of Economic Entomology**, Flórida, USA, v. 97, n. 1, p. 112-119, 2004.

FURIATTI, R. S.; PINTO JUNIOR, A. R.; LOPES, J. A. B. Estudo comparativo entre agrotêxtil e inseticidas no controle da mosca-minadora da batata. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, Curitiba, PA, v. 6, n. 1, p. 89-96, 2008.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, J. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, FEALQ, p. 920, 2002.

GUIMARÃES, J. A.; BRAGA SOBRINHO, R.; AZEVEDO, F. R.; ARAUJO, E. L.; TERAQ, D.; MESQUITA, A. L. M. Manejo Integrado de Pragas do Meloeiro. In: **Proteção Integrada de Plantas**. EMBRAPA, Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, p. 227-236, 2008. cap. 19.

HOSSAIN, M. B.; POEHLING, H-M. A comparative study of residual effects of Azadirachtin, Spinosad and Avermectin on *Liriomyza sativae* (Dip.: Agromyzidae) on tomatoes. **International Journal of Pest Management**, [s. l.], v. 55, n. 3, p. 187-195, 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 20 jul. 2021.

Insecticide Resistance Action Committee. 2021. Disponível em: <https://irac-online.org/mode-of-action/>. Acesso em: 22 jul. 2021.

LAHM, G. P.; STEVENSON, T. M.; SELBY, T. P.; FREUDENBERGER, J. H.; CORDOVA, D.; FLEXNER, L.; BELLIN, C. A.; DUBAS, C. M.; SMITH, B. K.; HUGHES, K. A.; HOLLINGSHAUS, J. G.; CLARK, C. E.; BENNER, E. A. Rynaxypyr: A new insecticidal anthranilic diamide that acts as a potent and selective ryanodine receptor activator. **Bioorganic e Medicinal Chemistry Letters**, Newark, USA, v. 17, n. 22, p. 6274-6279, 2007.

LEORA, S. Poloplus, a user's guide to probit or logit analysis. **LeOra Software**, Berkeley, CA, 2003.

MUJICA, N. PRAVATINER, M.; CISNEROS, F. Effectiveness of abamectin and plant-oil mixtures on eggs and larvae of the leafminer fly, *Liriomyza huidobrensis* Blanchard. p. 161-166. In: International Potato Center (ed) Scientist and farmer: partners in research for the 21st century. Program report 1999-2000. CIP, Lima, Peru.

NAULT, B. A.; IGLESIAS, L. E.; HARDING, R. S.; GRUNDBERG, E. A.; RUSINEK, T.; ELKNER, T. E.; LINGBEEK, B. J.; FLEISCHER, S. J. Managing allium-leafminer (Diptera: Agromyzidae): An emerging pest of *Allium* crops in North America. **Journal of Economic Entomology**, [s. l.], v. 113, n. 5, p. 2300-2309, 2020.

PARRELLA, M. P. Biology of *Liriomyza*. **Annual Review of Entomology**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 201-224, 1987.

PASTORI, P. L.; PINTO, A. C.; DIAS-PINI, N. S.; GODOY, M. S.; RUGAMA, A. J. M. Manejo integrado das pragas do meloeiro. In: GUIMARÃES, M. A.; ARAGÃO, F. A. S. (Org.). **Produção de melão**. 1ed. Viçosa-MG: UFV, 2019, p. 266-282.

PENER, M. P.; DHADIALLA, T. S. An overview of insect growth disruptors; applied aspects. **Advances in Insect Physiology**, [s. l.], v. 43, n. 3, p. 1-162, 2012.

PETTER, F.A.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F. A.; NETO, F. A.; PACHECO, L. P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, PI, v. 4, n. 2, p. 129-138, 2013.

R CORE TEAM. 2021. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Áustria. Disponível em: <https://nbcgib.uesc.br/mirrors/cran/>. Acesso em: 12 mai. 2021.

REDDY, D. S.; MADHUMATI, C.; NAGARAJ, R. Bio-rational insecticides toxicity against *Liriomyza trifolii* (Burgess) damaging Cantaloupes, *Cucumis melo* var. *cantalupensis*. **Journal of Applied and Natural Science**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 1271-1275, 2018.

REITZ, S. R.; GAO, Y; LEI, Z. Insecticide use and the ecology of invasive *Liriomyza leafminer* management. In: TRDAN, S (Ed.). **Insecticides - Development of safer and more effective technologies**. Rijeka, p. 233-253, 2013, cap 8.

ROBERTSON, J. L.; JONES, M. M.; OLGUIN, E.; ALBERTS, B. Bioassays with Arthropods. **In Bioassays with Arthropods**, New York, 3 Ed. 2017. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315373775>.

SARYAZDI, A. G.; HEJAZI, J. M.; SABER, M. Residual toxicity of abamectin, chlorpyrifos, cyromazine, indoxacarb and spinosad on *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) in greenhouse conditions. **Pesticidi i Fitomedicina**, Serbia, v. 27, n. 2, p. 107-116, 2012.

SCHUSTER, D. J.; TAYLOR, J. L. Longevity and oviposition of adult *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) exposed to abamectin in the laboratory. **Journal of Economic Entomology**, Flórida, USA, v. 81, n. 1, p. 106-109, 1988.

SEAL, D. R.; DEVKOTA, S.; SABINES, C. New insecticides in managing american serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) in South Florida. 2014. **Proceedings of the Caribbean Food Crops Society**, United States, v. 50, p. 28-36, 2014.

SILVA, P. A. F. **Bases para o manejo da resistência de *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) a inseticidas de risco reduzido**. 2014. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco/Recife, 2014.

UMEDA, K. Leafminer control in Cantaloupes. **Vegetable: A College of Agriculture Report**, Tucson, AZ, p. 5, 1999.

VAN DE WOUW, A. P.; BATTERHAM, P.; DABORN, P. J. The insect growth regulator insecticide cyromazine causes earlier emergence in *Drosophila melanogaster*. **Entomological Society of America**, [s. l.], v. 63, n. 3, p. 101-109, 2006.

YU, S. J. **The toxicology and biochemistry of insecticides**. [s. l.], 2ª Ed., CRC press, p. 334, 2014.

ZHANG, Y.; LORSBACH, B. A.; CASTETTER, S.; LAMBERT, W. T.; KISTER, J.; WANG, X. N.; KLITTICH, C. J. R.; ROTH, J.; SPARKS, T. C.; LOSO, M. R. Physicochemical property guidelines for modern agrochemicals. **Pest Management Science**, Indianapolis, USA, v. 74, n. 9, p. 1979-1991, 2018.

## 8 CAPÍTULO II: INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA E DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE QUÍMICO DE *Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE) EM MELÃO

### RESUMO

A qualidade da água utilizada na pulverização agrícola pode interferir negativamente na performance de inseticidas em razão das suas características físico-químicas. Diante disto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da qualidade da água e dos níveis de pH (faixa 4,0 e 6,0) de calda pronta no controle químico de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em plantas de meloeiro. Foi utilizada água destilada (Testemunha-padrão) e água proveniente de fazenda produtora de melão da região do Vale Jaguaribe-Assú. Os inseticidas isolados ou em misturas utilizados foram: Abamectina (18 i.a. mg/L); Cyantraniliprole (100 e 200 i.a. mg/L); Cyantraliniprole + Abamectina (50 + 0,018 g i.a./ L); Cyantraliniprole + Abamectina (25 + 0,018 g i.a./ L) e; Ciromazina (750 i.a. mg/L). Foi utilizada população de *L. sativae* coletada em áreas produtoras de melão (Polo Jaguaribe-Assú) e os produtos aplicados pós-infestação. Todos os bioensaios foram implantados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo cada tratamento composto por 10 repetições (planta infestada). Para os testes de qualidade de água foram utilizados 14 tratamentos, sendo seis inseticidas (produtos isolados ou em mistura) diluídos em dois tipos de água (água destilada ou água proveniente de fazenda produtora de melão), mais duas testemunhas. Nos testes de avaliação do pH, as caldas foram ajustadas para pH 4,0 e 6,0, mais duas testemunhas representadas por cada valor de pH sem a adição de inseticida. No ensaio de qualidade de água, a mortalidade de larvas de *L. sativae* foi considerada satisfatória (acima de 70,0%), com destaque para os inseticidas Abamectina (AbaEC) e misturas Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC e CyaOD25 + AbaEC) que alcançaram 100,0%, independente da água no qual foram diluídos. Infere-se que a água do aquífero Açú, utilizada por produtores de melão da região Vale Jaguaribe-Assú (Estados do Ceará e Rio Grande do Norte) possui características adequadas para diluição desses inseticidas. No ensaio de pH das caldas, os valores 4,0 e 6,0 não influenciaram negativamente na eficácia dos inseticidas, com destaque para Abamectina (AbaEC) e misturas de Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC e CyaOD25 + AbaEC), que proporcionaram mortalidade total de 100,0%, independente do pH da água no qual foram diluídos.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo*; mosca-minadora; pH da calda; dureza da água.



## CHAPTER II: INFLUENCE OF WATER QUALITY AND SPRAY SOURCE ON THE CHEMICAL CONTROL OF *Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE) IN MELON

### ABSTRACT

The quality of the water used in agricultural spraying can negatively affect the performance of insecticides due to their physicochemical characteristics. Therefore, the objective of this work was to evaluate the influence of water quality and pH levels (range 4.0 and 6.0) of ready-to-eat syrup on the chemical control of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) in melon plants. Distilled water (standard witness) and water from a melon-producing farm in the region of Vale Jaguaribe-Assú were used. The isolated or mixed insecticides used were: Abamectin (18 a.i. mg/L); Cyantraniliprole (100 and 200 a.i. mg/L); Cyantraniliprole + Abamectin (50 + 0.018 g a.i./L); Cyantraniliprole + Abamectin (25 + 0.018 g a.i./L) and; Cyromazine (750 a.i. mg/L). A population of *L. sativae* collected in melon producing areas (Polo Jaguaribe-Assú) was used and the products were applied post-infestation. All bioassays were conducted in a completely randomized design, with each treatment consisting of 10 replications (infested plant). For the tests, 14 treatments were used, six insecticides (isolated or mixed products) diluted in the two types of water (distilled water or water from a melon-producing farm), plus two controls. For the pH test, the spray solution was adjusted for pH 4.0 and 6.0; two controls represented by each pH level water without the addition of insecticides were also used. In the water quality assay, the mortality of *L. sativae* larvae was considered satisfactory (above 70.0%), with emphasis on the insecticides Abamectin (AbaEC) and Cyantraniliprole + Abamectin (CyaOD50 + AbaEC and CyaOD25 + AbaEC) mixtures, with values of 100%, regardless of the water in which they were diluted. Inferring that the water from the Açú aquifer, used by melon producers in the Jaguaribe-Assú Valley region (States of Ceará and Rio Grande do Norte) has adequate characteristics for dilution of these insecticides. In the pH test, the values 4.0 and 6.0 did not negatively influence the efficacy of the insecticides, with emphasis on Abamectin (AbaEC) and Cyantraniliprole + Abamectin (CyaOD50 + AbaEC and CyaOD25 + AbaEC) mixtures, which provided mortality 100.0%, regardless of the water in which the treatments were diluted.

**Key words:** *Cucumis melo*, Leafminer, Spray solution pH, Water hardness.

## 9 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial na agricultura e, considerada básica no processo de pulverização, por ser o principal meio de transporte do ingrediente ativo para atingir o alvo biológico. A eficácia de produtos fitossanitários está diretamente ligada à qualidade da água utilizada na pulverização (CATER, 2019), mas na maioria das vezes, pouco se conhece sobre tal assunto nas lavouras (FARIAS *et al.*, 2013).

O regime pluviométrico extremamente irregular do semiárido brasileiro, obriga os produtores a utilizarem, na irrigação ou mesmo como veículo dispersor de produtos fitossanitários, águas subterrâneas obtidas a partir da perfuração de poços (COSME *et al.*, 2018). Porém, águas subterrâneas podem conter quantidade de sedimentos em suspensão (argila e matéria orgânica) que obstruem filtros e pontas dos pulverizadores, comprometendo a capacidade operacional, prejudicando a vida útil de bombas e pontas, além de, na maioria dos casos, inativar ou reduzir a eficácia dos ingredientes ativos (THARP; SIGLER, 2013).

Outro fator a ser observado é a qualidade química da água, que pode ser avaliada por meio da “dureza”. A dureza da água é influenciada pela rocha matriz que interfere diretamente na quantidade de minerais dissolvidos (QUEIROZ *et al.*, 2008) e a presença de determinados minerais dissolvidos pode comprometer a atividade de alguns inseticidas (THARP; SIGLER, 2013).

A dureza total da água está relacionada a quantidade total de sais (carbonatos, sulfatos, cloretos e nitratos) presentes e dissolvidos (AZEVEDO, 2015). O percentual de moléculas solúveis é dissociado em íons livres ( $Al^{+3}$ ,  $Zn^{+2}$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $HCO^{3-}$ ,  $NO^{3-}$ ) com capacidade de ligarem-se às moléculas orgânicas. Já o teor de cálcio presente na água refere-se a dureza, onde os cátions são  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  são expressos na forma de  $CaCO_3$  (carbonato de cálcio) (WHIFORD *et al.*, 2009).

Além da dureza da água, o pH é uma característica química que também tem sido debatida no quesito qualidade da água utilizada nas pulverizações de defensivos agrícolas (RAMOS; ARAÚJO, 2006; QUEIROZ *et al.*, 2008; THARP; SIGLER, 2013). O potencial hidrogeniônico (pH) é a concentração de íons de hidrônios livres por unidade de volume de solução ( $H_3O^+$ ) em escala logarítmica que varia de zero 0 a 14, sendo influenciado ainda de acordo com a temperatura e a composição da água (FISHEL, 2019). O pH deve ser analisado com o objetivo de ser um indicador de possíveis alterações nas características químicas dos produtos a serem diluídos na água e também na calda pronta. Concentrações elevadas de íons de hidrogênio podem reagir com a estabilidade físico-química da calda, dissociando ingredientes ativos e interferindo na qualidade e na performance dos produtos fitossanitários

(CONCEIÇÃO, 2003; QUEIROZ *et al.*, 2008; PEREIRA, 2015; AZEVEDO, 2015; PEIXOTO; CAIXETA, 2020).

Portanto, é necessário conhecer até que ponto a qualidade da água (presença de moléculas orgânicas, de sais dissolvidos e a dureza) e o pH da calda podem comprometer a eficácia de alguns inseticidas. Diante disto, o objetivo da pesquisa foi avaliar a influência da qualidade da água e de dois níveis de pH da calda no controle químico de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em plantas de meloeiro.

## 10 MATERIAL E MÉTODOS

Os bioensaios foram realizados em casa-de-vegetação e no Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA) do Departamento de Fitotecnia - Setor de Fitossanidade, da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

Nos bioensaios de influência da qualidade da água e níveis de pH da calda, a quantificação de minas e o agrupamento de plantas por tratamento seguiu metodologia de testes pós-infestação. O ensaio foi adaptado de Cox *et al.*, (1995), no qual plantas de melão com três folhas desenvolvidas foram divididas em grupos com número semelhante de minas causadas por *L. sativae*. Em seguida, as plantas foram submetidas à aplicação dos produtos nas plantas infestadas com larvas de primeiro instar de *L. sativae* de uma população campo, coletada em folhas de meloeiro com presença de larvas de mosca-minadora em áreas produtoras de melão no município de Tibau, Rio Grande do Norte (4°54'10.0"S 37°21'57.2"W) e mantida, no máximo, por cinco gerações em laboratório.

As plantas permaneceram em casa-de-vegetação e receberam água por meio de irrigação localizada, duas vezes ao dia e, no quinto dia retornaram ao laboratório, sendo as folhas identificadas com a presença de larvas com desenvolvimento normal, acondicionadas em copos descartáveis de forma que a quantificação e coleta de pupas fosse realizada. As pupas que se destacaram das folhas foram quantificadas sendo recolhidas com o auxílio de um pincel com cerdas finas e, armazenadas em tubos de ensaio de vidro (8,5 x 2,5 cm) devidamente identificados, onde permaneceram até a emergência dos adultos que também foram quantificados.

Os bioensaios foram instalados em delineamento inteiramente casualizado com 7 tratamentos, sendo seis inseticidas (inseticidas isolados e em mistura), diluídos em dois tipos de água (água destilada ou água proveniente de uma fazenda produtora de melão), mais duas testemunhas representadas por cada tipo de água, somando ao total 14 tratamentos. Foram utilizadas 10 repetições por tratamento, sendo cada repetição representada por uma planta

infestada. Duas amostras (500 mL) de cada fonte de água foram encaminhadas para o Laboratório Labor Saúde, localizado em Fortaleza-CE para análises físico-químicas. Para o bioensaio de pH da calda, os inseticidas isolados ou em misturas, foram diluídos em duas águas (água destilada ou água proveniente de uma fazenda produtora de melão). Após o preparo das caldas, o valor de pH de cada tratamento foi ajustado para 4,0 ou 6,0 adicionando ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) com valores aferidos utilizando papel indicador de pH (0-14) Merck e mais duas testemunhas representadas por cada nível de pH sem a adição de inseticidas. Foram utilizadas 10 repetições, sendo cada repetição representada por uma planta infestada. Dois ensaios foram realizados em paralelo.

### 10.1 Parâmetros avaliados

Ao final dos bioensaios realizados referentes à influência da qualidade de água e do pH da calda avaliou-se o número de minas (NM), o número de pupas (NP) e o número de adultos (NA) de *L. sativae* que forneceram os parâmetros: Viabilidade de larvas [VL (%) e de pupas [VP (%) por planta, calculados por meio das fórmulas:  $VL (\%) = (100 \cdot NP) / NM$ ;  $VP (\%) = (100 \cdot NA) / NP$ , respectivamente. Para a correção da mortalidade total dos insetos durante todo o processo experimental, foi aplicada à fórmula de Abbott:  $MC = (MTR - MTE) / (100 - MTE) \times 100$ ; onde: MC= mortalidade corrigida em função do tratamento testemunha (%); MTR= mortalidade observada no tratamento com o inseticida (%); MTE= mortalidade observada no tratamento testemunha (%).

### 10.2 Análise estatística

Os dados relativos à viabilidade de larvas e de pupas foram corrigidos pela fórmula de Abbott (1925) e verificados quanto a homogeneidade das variâncias e normalidade e, submetidos ao teste não-paramétrico Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software livre R versão 4.1.1. (R CORE TEAM, 2021).

## 11 RESULTADOS

Foram observadas consideráveis diferenças nos parâmetros químicos e físicos entre a água proveniente da fazenda produtora de melão e a água destilada (Tabela 5). As quantidades de cálcio, cloreto, nitrato, potássio e sódio foram, respectivamente, 96, 65, 7, 146 e 97 vezes maior na água advinda da fazenda produtora quando comparadas com a água destilada (Tabela 6). Os parâmetros sobre condutividade elétrica (CE) e dureza foram

respectivamente, 156 vezes e 130 vezes maiores na água advinda da fazenda produtora em relação a água destilada (Tabela 6).

**Tabela 6** - Parâmetros químicos e físicos de águas provenientes de fazenda produtora de melão do Vale Jaguaribe-Assú (Água da fazenda produtora) e de água destilada (Testemunha)

Parâmetros	Água fazenda produtora	Água destilada
Cálcio (mg/L)	38,40	0,40
Cloretos (mg/L)	65,22	<1,00
Condutividade ( $\mu$ S/cm)	539,20	3,45
Cor aparente (uH)	<1,00	<1,00
Dureza total (mg/L)	130,00	<1,00
Ferro total (mg/L)	<0,10	<0,10
Nitrato (mg/L)	3,63	<0,50
pH	7,24	7,64
Potássio (mg/L)	14,60	<0,10
Sódio (mg/L)	48,82	<0,50
Turbidez (UNT)	<0,01	<0,10

Com esses resultados infere-se que a procedência da água não interferiu na ação dos inseticidas e estes ocasionaram baixo desenvolvimento larval de *L. sativae* (Tabela 7). Os tratamentos com Abamectina (AbeEC) e as misturas Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbeEC e CyaOD25 + AbeEC) apresentaram os melhores resultados, com 0,0% de viabilidade larval de *L. sativae* independentemente da água em que os inseticidas foram diluídos (Tabela 7).

**Tabela 7** - Viabilidade de larvas e de pupas (%) da população de campo de mosca-minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) após aplicação de diferentes inseticidas, diluídos em água proveniente de duas fontes (Destilada e proveniente da fazenda produtora de melão), em folhas de meloeiro pós-infestadas

Tratamentos	Viabilidade de larvas (%) <sup>1</sup>		Viabilidade de pupas (%) <sup>2</sup>	
	Destilada	Fazenda produtora	Destilada	Fazenda produtora
Cyantraniliprole (CyaSC)	12,4 ( $\pm$ 4,4) bc	32,4 ( $\pm$ 4,2) b	72,4 ( $\pm$ 11,0) a	62,9 ( $\pm$ 8,3) b
Cyantraniliprole (CyaOD)	16,4 ( $\pm$ 2,3) b	26,9 ( $\pm$ 7,3) b	63,8 ( $\pm$ 12,1) a	97,5 ( $\pm$ 2,5) a
Abamectina (AbaEC)	0,0 d	0,0 d	-	-
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC)	0,0 d	0,0 d	-	-
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD25 + AbaEC)	0,0 d	0,0 d	-	-
Ciromazina (CirWP)	10,2 ( $\pm$ 3,9) c	6,1 ( $\pm$ 1,7) c	5,7 ( $\pm$ 3,7) b	11,9 ( $\pm$ 7,9) c
Testemunha	93,2 ( $\pm$ 1,4) a	93,5 ( $\pm$ 1,9) a	92,5 ( $\pm$ 1,5) a	94,6 ( $\pm$ 1,5) a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, para "1 e 2" não diferem entre si, pelo teste Kruskal-Wallis, ao nível de 5% de probabilidade.

Quando Cyantraniliprole em formulação distinta (CyaSC e CyaOD) foi diluído na água advinda da fazenda produtora, observou-se resultados semelhantes entre si para o parâmetro viabilidade larval, com 32,4 e 26,9%, respectivamente, diferindo de Ciromazina (CirWP), que apresentou apenas 6,1% (Tabela 7). Considerando a viabilidade de pupas, o tratamento com Ciromazina (CirWP) resultou em baixa viabilidade, sendo 5,7%, quando diluída em água destilada e 11,9% quando diluída em água advinda da fazenda produtora (Tabela 7). Os demais tratamentos apresentaram viabilidades de pupas acima de 62,9%, independentemente do tipo de água utilizada para as diluições (Tabela 7).

A mortalidade total corrigida (larvas + pupas) esteve acima de 70,0% para todos os tratamentos, sendo 100,0% para Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC e CyaOD25 + AbaEC) e Ciromazina (CirWP) em ambas as águas utilizadas para diluição, exceto para Abamectina (AbaEC) diluída na água da fazenda, que causou mortalidade de 84,6% (Tabela 8).

**Tabela 8** - Mortalidade (larvas + pupas) de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) submetida à aplicação de inseticidas diluídos em água proveniente de fazenda produtora de melão sobre folhas de meloeiro pós-infestadas

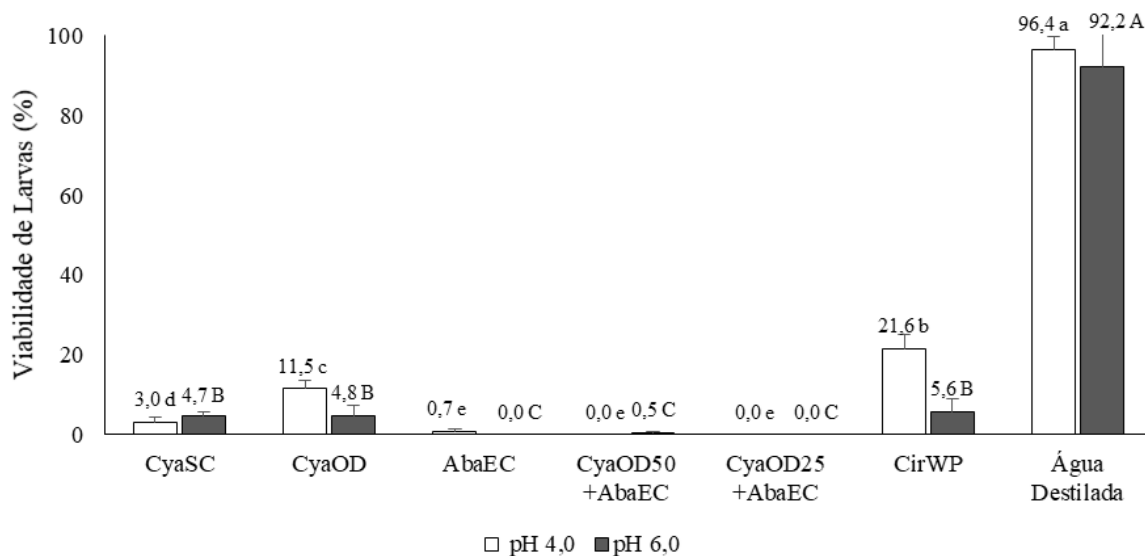
Tratamentos	Água Destilada			Água Fazenda Produtora		
	Pop. Inicial <sup>1</sup>	MA <sup>2</sup>	%MC <sup>3</sup>	Pop. Inicial <sup>1</sup>	%MA <sup>2</sup>	%MC <sup>3</sup>
Cyantraniliprole (CyaSC)	257	219	82,7	247	195	73,7
Cyantraniliprole (CyaOD)	252	206	78,6	249	192	71,4
Abamectina (AbaEC)	259	259	100,0	243	213	84,6
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC)	255	255	100,0	245	245	100,0
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD25 + AbaEC)	244	244	100,0	249	249	100,0
Ciromazina (CirWP)	261	261	100,0	242	242	100,0
Água Destilada	263	38	0,0	249	50	0,0

<sup>1</sup>População inicial; <sup>2</sup>Mortalidade acumulada; <sup>3</sup>Mortalidade corrigida - fórmula de Abbott (%).

No bioensaio de influência de pH de calda pronta, quando os inseticidas foram diluídos em água destilada, a calda na faixa de pH 6,0 para Cyantraniliprole (CyaSD e CyaOD) e Ciromazina (CirWP) causaram mortalidade de 95,3; 95,2 e; 94,4% das larvas sendo, semelhantes entre si (Figura 6). Na faixa de pH 4,0, Cyantraniliprole (CyaSD e CyaOD) e Ciromazina (CirWP), também causaram percentuais de mortalidade considerados altos, sendo de 97,0, 88,5 e 78,4%, respectivamente, diferindo da testemunha (Figura 6).

Abamectina (AbaEC) e as misturas de Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC e CyaOD25 + AbaEC) apresentaram excelente desempenho em ambas faixas de pH (4,0 e 6,0), provocando a morte de 95,0 e 100,0% das larvas, respectivamente (Figura 6).

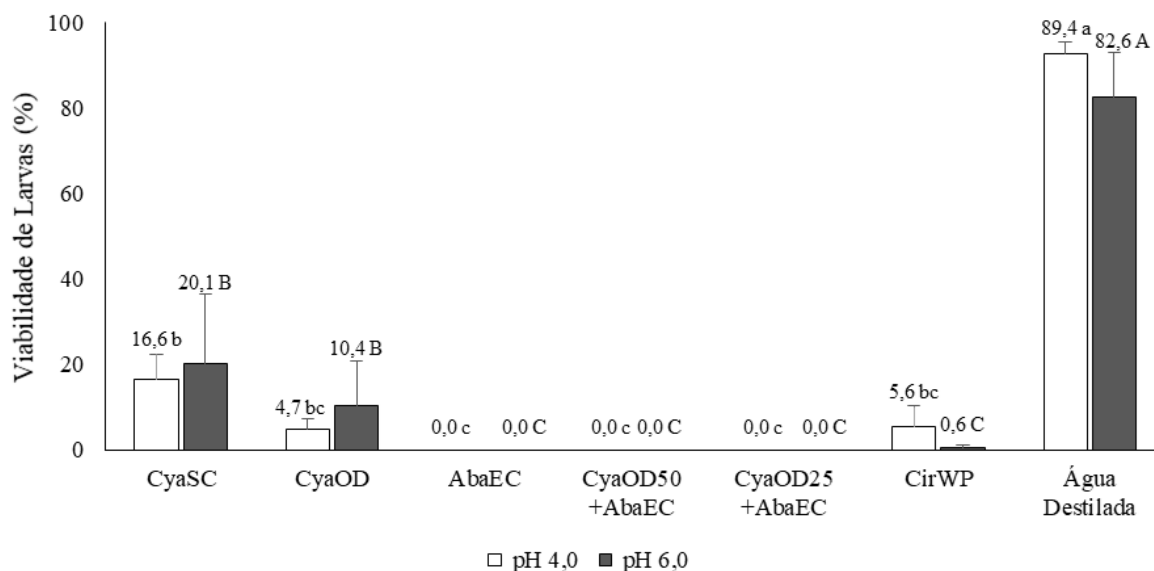
**Figura 7-** Viabilidade de larvas (%) de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) (População campo) após aplicação de diferentes inseticidas diluídos em duas faixas de pH (4,0 e 6,0) sobre folhas de meloeiro pós-infestadas



CyaSC= [Cyantraniliprole 100 OD (50 g i.a./ ha)]; CyaOD= [Cyantraniliprole 200 SD (100 g i.a./ ha)]; AbaEC= [Abamectina 18 EC (0,018 g i.a./ ha)]; CyaSC50 + AbaEC= [Cyantraniliprole 100 OD + Abamectina 18 EC (50 +0,018 g i.a./ ha)]; CyaSC25 + AbaEC= [Cyantraniliprole 100 OD + Abamectina 18 EC (25 +0,018 g i.a./ ha)] e CirWP= [Ciromazina 750 WP (90 g i.a./ ha)]. Médias seguidas de mesma letra, minúscula para o pH 4,0 e maiúscula para o pH 6,0, não diferem entre si, pelo teste não-paramétrico Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

Quando os produtos foram diluídos em água da fazenda produtora, ajustada para pH 4,0 ou 6,0, os tratamentos com Abamectina (AbaEC) e as misturas Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50+AbaEC e CyaOD25+AbaEC) causaram 100,0% de mortalidade de larvas de mosca-minadora (Figura 7). Cyantraniliprole (CyaSD e CyaOD) e Ciromazina (CirWP), também, promoveram mortalidade satisfatória de larvas de mosca-minadora, com médias de 83,4; 95,3 e; 94,3% para a faixa de pH 4,0 e, de 79,9; 89,7 e; 99,7% para a faixa de pH 6,0 (Figura 7).

**Figura 8** - Viabilidade larval (%) de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) (População de campo) após aplicação de diferentes inseticidas em duas faixas de pH (4,0 e 6,0) sobre folhas de meloeiro pós-infestadas



CyaSC= [Cyantraniliprole 100 OD (50 g i.a./ ha)]; CyaOD= [Cyantraniliprole 200 SD (100 g i.a./ ha)]; AbaEC= [Abamectina 18 EC (0,018 g i.a./ ha)]; CyaSC50 + AbaEC= [Cyantraniliprole 100 OD + Abamectina 18 EC (50 +0,018 g i.a./ ha)]; CyaSC25 + AbaEC= [Cyantraniliprole 100 OD + Abamectina 18 EC (25 +0,018 g i.a./ ha)] e CirWP= [Ciromazina 750 WP (90 g i.a./ ha)]. Médias seguidas de mesma letra, minúscula para o pH 4,0 e maiúscula para o pH 6,0, não diferem entre si, pelo teste não-paramétrico Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

Quando diluído em água destilada, Abamectina, (AbaEC) em pH 4,0 e a mistura Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50+AbaEC) em pH 6,0 possibilitaram que algumas larvas avançassem até a fase de pupa, mas estas não sobreviveram. Quando diluídos em água da fazenda produtora, apenas Abamectina (AbaEC) e Ciromazina (CirWP) permitiram formação de pupas em ambas as faixas de pH, no entanto, no tratamento onde utilizou-se Ciromazina (CirWP) não houve emergência de adultos em pH 6,0 (Tabela 9).



**Tabela 9** - Viabilidade de pupas (%) de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) após aplicação de diferentes inseticidas diluídos em dois tipos de água (Destilada e proveniente de fazenda produtora de melão) em duas faixas de pH (4,0 e 6,0) sobre folhas de meloeiro pós-infestadas

Tratamentos	Água Destilada		Fazenda Produtora	
	Viabilidade de pupas			
	pH 4,0	pH 6,0	pH 4,0	pH 6,0
Cyantraniliprole (CyaSC)	31,25 ( $\pm$ 23,7) bc	88,9 ( $\pm$ 11,1) ab	52,9 ( $\pm$ 7,5) b	100,0 a
Cyantraniliprole (CyaOD)	60,95 (13,1) ab	50,0 ( $\pm$ 28,9) ab	100,0 a	58,3 ( $\pm$ 16,0) bc
Abamectina (AbaEC)	0,00 c	-	0,0 b	-
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC)	-	0 d	-	-
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD25 + AbaEC)	-	-	-	-
Ciromazina (CirWP)	3,13 ( $\pm$ 3,0) c	18,9 ( $\pm$ 11,7) c	7,1 b ( $\pm$ 7,1)	0,0 c
Testemunha	90,25 (5,3) a	91,64 ( $\pm$ 2,7) a	95,7 ( $\pm$ 2,5) a	94,7 ( $\pm$ 2,5) ab

- Indivíduos não sobreviveram para passar para fase seguinte.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna não diferem entre si, pelo teste Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

Todos os tratamentos foram eficazes, em ambas as faixas de pH com média de mortalidade acumulada superior à 90,0%, com destaque para Abamectina (AbaEC) e as misturas Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC e CyaOD25 + AbaEC) que causaram 100,0% de mortalidade (Tabela 10).

**Tabela 10** - Mortalidade total (larva + pupa) de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) após ser submetida a diferentes tratamentos diluídos em dois tipos de água (Destilada e proveniente da fazenda produtora de melão) em duas faixas de pH (4,0 e 6,0), aplicados em fase de larva em plantas de meloeiro submetidas a pós-infestação

Tratamentos	PH 4,0			PH 6,0		
	Pop. Inicial	Ma	Mc%	Pop. Inicial	Ma	Mc%
Cyantraniliprole (CyaSC)	219	217	99,0	220	212	95,7
Cyantraniliprole (CyaOD)	217	202	92,1	215	208	96,2
Abamectina (AbaEC)	216	216	100,0	219	219	100,0
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC)	171	171	100,0	221	221	100,0
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD25 + AbaEC)	223	223	100,0	225	225	100,0
Ciromazina (CirWP)	216	213	98,4	218	215	98,4
Água Destilada	223	29	0,0	226	34	0,0
Cyantraniliprole (CyaSC)	142	121	83,4	133	125	93,2
Cyantraniliprole (CyaOD)	133	125	93,2	133	125	93,2
Abamectina (AbaEC)	129	129	100,0	134	134	100,0
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC)	133	133	100,0	133	133	100,0
Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD25 + AbaEC)	132	132	100,0	133	133	100,0
Ciromazina (CirWP)	110	109	99,0	138	138	100,0
Água Fazenda Produtora	128	14	0,0	135	18	0,0

<sup>1</sup>População inicial; <sup>2</sup>Mortalidade corrigida - fórmula de Abbott (%).

## 12 DISCUSSÃO

Alguns produtores de melão na região do Vale-Assú utilizam fontes de águas subterrâneas para pulverização, que por sua vez provém do Aquífero Arenito Açú. Águas dessa fonte são retiradas de poços mais profundos que contêm salinidade comumente alta e é considerada dura (rica em carbonatos e bicarbonatos). Já a água utilizada para a irrigação é coletada dos calcários da formação Jandaíra, retiradas de poços mais rasos, de condutividade elétrica bem mais elevada e também considerada água dura. Ambas as fontes de água subterrâneas ocorrem sobrepostas, onde os calcários da formação Jandaíra estão acima do aquífero Açú (FEITOSA, 2007), tornando as águas bicarbonatadas cálcicas (MOURÃO; PEIXINHO, 2011) sendo comum encontrar valores de dureza e condutividade elétrica elevadas.

Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam que a procedência da água (destilada ou da fazenda produtora), ou seja, a qualidade químico-física não interferiu na ação dos inseticidas, permitindo baixo desenvolvimento larval e alta mortalidade acumulada corrigida em todos os tratamentos utilizados. A qualidade físico-química das amostras de águas

avaliadas foram determinadas por parâmetros como: pH, dureza total, íons dissolvidos, condutividade elétrica, turbidez, cor, entre outros.

O pH 7,2 da água coletada da fazenda produtora de melão indica tratar-se de água neutra, sendo esse valor enquadrado dentro da média da região para águas subterrâneas, conforme relatório diagnóstico emitido pela Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (MOURÃO; PEIXINHO, 2011). Nesse contexto, o pH pode ser classificado dentro de uma faixa ótima para utilização de produtos fitossanitários, a exemplo do ingrediente ativo Abamectina que apresentou resultados de estabilidade quando diluído em água com pH entre 5,0 a 9,0 (SCHILDER, 2008). Cyantraniliprole e Ciromazina apresentaram resultados satisfatórios no controle de *L. sativae* quando diluídos em água com pH entre 3,2 a 6,0 (MOURA FILHO, 2006) e também em pH 7,2.

Quanto à dureza, a água advinda da fazenda produtora foi classificada como água branda (CONCEIÇÃO, 2003) revelando, portanto, outro parâmetro positivo para a qualidade da água utilizada pelos produtores da região. A dureza da água (460,0 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ) não interferiu no controle de larvas da mosca-minadora quando utilizados os inseticidas Ciromazina e Abamectina (MOURA FILHO, 2006).

A condutividade elétrica (CE) da água coletada da fazenda (proveniente de poço), mostrou-se elevada quando comparado com água destilada, mas sem interferência aparente no controle de *L. sativae*. Valores elevados são comuns em águas advindas do aquífero Açú, em razão de altas temperaturas e longos períodos sem chuvas que contribuem para o aumento da concentração de íons (ANA, 2019) com valores que podem variar de 198,6 até 6.490,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (MOURÃO; PEIXINHO, 2011). Dessa forma, uma condutividade elétrica alta pode ou não influenciar na eficácia biológica de alguns produtos fitossanitários (CARLSON; BURNSIDE, 1984), mas vai depender não apenas da quantidade, como também do tipo de íons presentes na água (ALMEIDA, 2010).

Apesar de íons de cálcio, cloreto, nitrato, potássio e sódio terem apresentado valores considerados elevados quando comparado com a água destilada, os tratamentos não sofreram interferência no controle de larvas e nem na mortalidade total dos indivíduos de *L. sativae*. Isso pode estar relacionado ao fato de que os produtos apresentem seus ativos em forma íntegra ou dispersa (na forma de íons), podendo estes se ligarem ou não aos íons presentes na água (KISSMANN, 1998), sem interferir de forma negativa no controle dos organismos-praga (MOURA FILHO, 2006; KISSMANN, 1998).

Considerando a influência do potencial hidrogeniônico (pH) das caldas dos inseticidas em diferentes fontes de água, verificou-se que o tipo de água não interferiu no

desempenho de controle de nenhum inseticida sobre as larvas de mosca-minadora. De forma geral, os tratamentos ajustados nas faixas de pH (4,0 e 6,0) apresentaram resultado satisfatório (acima de 90,0%) no controle de *L. sativae*. Esses resultados podem ser relacionados ao fato de o pH da calda possuir capacidade de causar interferência na estabilidade dos defensivos e desempenhar papel importante na penetração dos defensivos nas folhas (A&L CANADA LABORATORIES, 2013; SILVA *et al.*, 2020), em razão de caldas ácidas ou modernamente ácidas, frequentemente fornecem controle inicial aprimorado de pragas e controle residual por mais tempo (A&L CANADA LABORATORIES, 2013). Caldas em faixa de pH entre 4,0 a 7,0 contribuem para uma melhor eficiência de inseticidas (KISSMANN, 1998; CONCEIÇÃO, 2003), principalmente se pulverizados imediatamente após a mistura (CLOYD, 2016). Os resultados obtidos para mortalidade de mosca-minadora nesse experimento corroboram com as informações relatadas, visto que os inseticidas apresentaram boa eficácia (acima de 90,0% de mortalidade de *L. sativae*) nas faixas de pH 4,0 e 6,0 testadas.

Considerando os resultados satisfatórios no controle de mosca-minadora, independentemente do tipo de água (destilada ou fazenda produtora) e faixas de pH testadas (4,0 e 6,0), pode-se relacionar a esses resultados a estabilidade das moléculas em solução. Os inseticidas Ciromazina e Cyantraniliprole mostraram-se estáveis em diferentes faixas de pH, com a primeira apresentando estabilidade em hidrólise aquosa na faixa do pH 5,0 a 9,0 em temperaturas de 30 a 70°C (PPDB, 2021). Em condições neutras (pH 7,0) a degradação (16,0; 49,0 e 88,0%) aumentou com a elevação da temperatura (15, 25 e 35°C) (SHARMA, 2014). A segunda molécula (Cyantraniliprole), sofreu degradação em faixa de pH 4,0 apenas após 261 dias e em pH 9,0 (alcalino) a degradação iniciou após 1,8 dias à 20°C (PPDB, 2021). Abamectina também foi considerada estável em hidrólise na faixa de pH 4,0 a 7,0 em condições controladas, onde a degradação observada foi de apenas em pH 9,0 após 213 dias à 25°C (SHILDER, 2008).

### 13 CONCLUSÕES

A água advinda do aquífero Açú, utilizada pelos produtores de melão da região Vale-Assú (Ceará e Rio Grande do Norte), possui características adequadas para diluição dos inseticidas testados, com destaque para Abamectina (AbaEC) e misturas Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC e CyaOD25 + AbaEC), que ocasionaram mortalidade larval de 100,0%, independente da água no qual foram diluídos.

Os níveis de pH (4,0 e 6,0) não influenciaram negativamente na eficácia dos inseticidas Abamectina, Cyantraniliprole, Ciromazina e suas misturas, com destaque para Abamectina (AbaEC) e misturas de Cyantraniliprole +Abamectina (CyaOD50 + AbaEC e CyaOD25 + AbaEC), que proporcionaram mortalidade total de 100,0%, independente da água no qual os tratamentos foram diluídos.

## REFERÊNCIAS

- A&L CANADA LABORATORIES, INC. The importance of pH control in spray solutions. **Fact Sheet**, London, n. 54, p. 2, 2013.
- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of insecticide. **Journal of Economic Entomology**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.
- ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Livro científico (ALICE)**. 2010. Local: EMBRAPA. 2010.
- ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. [s. l.], 2019. Disponível em: [https://cebds.org/aquasfera/conjuntura-dos-recursos-hidricos-no-brasil-ana/?gclid=EAIaIQobChMIImuO8iviK8gIVCAyRCh16YQfCEAAYAiAAEgIbTvD\\_BwE](https://cebds.org/aquasfera/conjuntura-dos-recursos-hidricos-no-brasil-ana/?gclid=EAIaIQobChMIImuO8iviK8gIVCAyRCh16YQfCEAAYAiAAEgIbTvD_BwE). Acesso em: 14 jun. 2021.
- AZEVEDO, L. A. S. Misturas de tanque de produtos fitossanitários: Teoria e Prática. Rio de Janeiro, RJ. IMOS Gráfica e Editora, p. 230, 2015.
- CARLSON, K.L.; BURNSIDE, O.C. Comparative phytotoxicity of ghyphosate, SC-0224, SC-0545, and HOE-00661. **Weed Science, Champaign**, United Kingdom, v.32, n.6, p.841-884, 1984.
- CARTER, E. Spray water quality can affect pesticide performance. 2019. Disponível em: <https://nwdistrict.ifas.ufl.edu/phag/2019/04/26/spray-water-quality-can-affect-pesticide-performance/>. Flórida, USA. Acesso em: 12 de jul. 2020.
- CLOYD, R. A. Effects of pH on pesticides. MF (Kansas State University). **Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service**, Kansas, EUA, 2016.
- CONCEIÇÃO, M. Z. Defesa vegetal: Legislação, Normas e produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T. **O que Engenheiros Agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 2ª. Ed. Viçosa: UFV/ANDEF, p. 1-68. 2003.
- COSME, C. R.; DIAS, N. S.; MELO, M. R. S.; OLIVEIRA, A. M. P.; SILVA, G. F.; MOURA, E. S. R. Avaliação da qualidade das águas de poços em comunidades e assentamentos rurais Mossoró-RN. **Acta Iguazu**, Cascavel, PR, v. 7, n. 2, p. 97-108, 2018.
- COX, D. L.; REMICK, D. M.; LASOTA, J. A.; DYBAS, R. A. Toxicity of avermectins to *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) larvae and adults. **Journal of Economic Entomology**, [s. l.], v. 88, n. 5, p. 1415-1419, 1995.
- FARIAS, M. S.; SCHLOSSER, J. F.; CASALI, A. L.; FRANTZ, U. G.; RODRIGUES, F. A. Qualidade da água utilizada para aplicação de agrotóxicos na região central do Rio Grande do Sul. **Agrarian**, Dourados, MS, v. 7, n. 24, p. 355-359, 2013.
- FEITOSA, F. A. C. **Comportamento das bacias sedimentares da região semi-árida do Nordeste brasileiro**. [s. l.] CPRM, 2007.

FISHEL, F. M. Water quality and the effectiveness of pesticides. **EDIS**, Flórida, v. 2019, n. 5, p. 2, 2019.

KISSMANN, K. C. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitário. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. B. (Org.). **Tecnologia e segurança na aplicação de Agrotóxico: novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998, p. 39-51.

MOURA FILHO, E. R. **Influência da qualidade da água no controle químico da mosca minadora do meloeiro, em Mossoró-RN**. 2006. 38f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido/Mossoró, 2006.

MOURÃO, M. A. A.; PEIXINHO, F. C. A rede integrada de monitoramento das águas subterrâneas: Fundamentos, estruturação e implantação. Recuperado de <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28169>. São Paulo, p. 4, 2011.

PEIXOTO, R. L. O.; CAIXETA, D. F. Adequação do pH de águas utilizadas na aplicação de defensivos na região de Goianésia-GO. **Ipê Agronomic Journal**, Goiás, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2020.

PEREIRA, R. B.; DE MOURA, A. P.; PINHEIRO, J. B. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos em cultivo protegido de tomate e pimentão. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica 144 (INFOTECA-E)**. Local EMBRAPA, p. 20, 2015.

PPDB - Pesticide Properties DataBase. 2021. In: **Unidade de Pesquisa em Agricultura e Meio Ambiente (AERU)**. Hatfield, UK. Disponível em: [http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz\\_insect.htm](http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz_insect.htm). Acessado em 17 de junho de 2021.

QUEIROZ, A. A.; MARTINS, J. A. S.; DA CUNHA, J. P. A. RODRIGUES, J. P. A. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 24, n. 4, p. 8-19, 2008.

R CORE TEAM. 2021. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Austria. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acessado em: 12 maio 2021.

RAMOS, H. H.; ARAÚJO, D. Preparo da calda e sua interferência na eficácia de agrotóxicos. 2006. Campinas, SP, Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2006\\_3/V2/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/V2/index.htm). Acesso em: 17 nov. 2008.

SCHILDER, A. Effect of water pH on the stability of pesticides. Disponível em: [https://www.canr.msu.edu/news/effect\\_of\\_water\\_ph\\_on\\_the\\_stability\\_of\\_pesticides](https://www.canr.msu.edu/news/effect_of_water_ph_on_the_stability_of_pesticides). **State University Extension**, Michigan, EUA, p. 9, 2008.

SHARMA, A. K. ZIMMERMAN, W. Z.; LOWRIE, C.; CHAPLEO, S. Hydrolysis of chlorantraniliprole and cyantraniliprole in various pH buffer solutions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 62, n. 16, p. 3531-3536, 2014.

SILVA, J. S.; TORRES, L. G.; VOLTOLINI, G. B.; OLIVEIRA, J. C. D. PH ideal: Qual a relação com a eficiência do defensivo? 2020. Disponível em:

<https://revistacampoenegocios.com.br/ph-ideal-qual-a-relacao-com-a-eficiencia-do-defensivo/>. Uberlândia, MG. Acesso em: 13 jun. 2021.

THARP, C.; SIGLER, A. Pesticide performance and water quality. **MSU Extension MT201305AG New**, Montana, USA, v. 12, p. 13, 2013.

WHIFORD, F.; PENNER, D.; JOHNSON, B.; BLEDSOE, L.; WAGONER, R.; GARR, J. WISE, K.; OBERMEYER.; BLESSING, A. The impact of water quality on pesticide performance. 2009. [s. l.]. Disponível em: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ppp/ppp-86.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2020.



## 14 CONCLUSÕES FINAIS

Os inseticidas Cyantraniliprole (CyaSC), Ciromazina (CirWP) e Cyantraniliprole + Abamectina (CyaSC50 + AbaEC) apresentaram resultados satisfatórios, com mortalidade de 97,3; 81,4 e; 75,0% (população de laboratório) e 69,9; 93,3 e; 95,0% (população de campo), respectivamente, no controle de larvas de *L. sativae*, em plantas de melão submetidas a pré-infestação.

Os inseticidas Ciromazina, Abamectina e as misturas de Cyantraniliprole + Abamectina, se destacaram por ocasionar mortalidade larval de 97,8% para o primeiro tratamento e 100,0% para os demais em população de laboratório e para população de campo, mortalidade larval foi de 96,4; 98,8 e 100,0%, respectivamente, em plantas pós-infestadas.

Todos os tratamentos proporcionaram excelente desempenho (acima de 75,0%) na mortalidade acumulada, no controle de *L. sativae*, com destaque para Ciromazina (82,0 e 97,1%) e a mistura de Cyantraniliprole + Abamectina (70,0 e 87,3%), respectivamente para a população de laboratório e de campo, em plantas pós-infestas.

A  $CL_{50}$  dos ingredientes ativos foi de 1,11 mg i.a./L, para Ciromazina, 2,02 mg i.a./L e, para Cyantraniliprole os valores de  $CL_{50}$  foram de 2,90 mg i.a./L (CyaOD) e 4,66 mg i.a./L (CyrSC).

A água advinda do aquífero Açú, utilizada pelos produtores de melão da região Vale-Assú (Ceará e Rio Grande do Norte), possui características adequadas para diluição dos inseticidas testados, com destaque para Abamectina (AbaEC) e misturas Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC e CyaOD25 + AbaEC), que ocasionaram mortalidade larval de 100,0%, independente da água no qual foram diluídos.

Os níveis de pH (4,0 e 6,0) não influenciaram negativamente na eficácia dos inseticidas Abamectina, Cyantraniliprole, Ciromazina e suas misturas, com destaque para Abamectina (AbaEC) e misturas de Cyantraniliprole + Abamectina (CyaOD50 + AbaEC e CyaOD25 + AbaEC), que proporcionaram mortalidade total de 100,0%, independente da água no qual os tratamentos foram diluídos.

## 15 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os procedimentos adotados no controle químico, especialmente de mosca-minadora, são importantes para o sucesso no campo, no qual as aplicações requerem devida diligência para conservação da eficácia das moléculas a longo prazo, considerando ferramentas de aplicação, momento ideal de controle e qualidade da água, assim como o pH da calda pronta.

O controle de pragas consome recursos financeiros, tempo e pesquisa e, as recompensas, de um controle bem realizado deve ser considerado para obter os melhores resultados em campo. A qualidade da água precisa ser entendida e gerenciada primeiro, uma vez que problemas de qualidade pode significar desempenho reduzido do inseticida. Diante disso, a qualidade da água usada para a solução de pulverização deve ser avaliada e considerada da mesma forma que a compra de equipamentos de pulverização e a seleção de defensivos. Em seguida vem as instruções do rótulo, no uso da dose correta, época e intervalo de aplicações, respeitando os estádios mais sensíveis da praga. O tipo de molécula a ser utilizada é de fato outro ponto importante, uma vez que ela será responsável pelo controle direto da praga, dentro das condições mínimas ideais.

Diante disso, os dados divulgados nessa pesquisa mostram o potencial dos inseticidas Abamectina, Cyantraniliprole, Ciromazina e misturas de Cyantraniliprole + Abamectina no controle de mosca-minadora *L. sativae* em melão no Vale Jaguaribe-Assú. As informações trazem dados importantes sobre o controle dessa praga, o funcionamento e o efeito dos inseticidas considerando a influência que a qualidade da água utilizada em pulverização e calda pronta podem refletir no controle final, além de contribuir no desenvolvimento de estratégias de controle dessa praga.

Embora bons resultados tenham sido encontrados, testes adicionais em condições de campo devem ser considerados, para reforçar a segurança no uso desses inseticidas na cultura do meloeiro. Destaca-se ainda que estudos de eficácia e influência da qualidade de água devem ser incentivados, considerando-se a escassez desse tipo de estudo para o controle de *L. sativae* seja em meloeiro ou em outras culturas.

## REFERÊNCIAS

A&L CANADA LABORATORIES, INC. The importance of pH control in spray solutions. **Fact Sheet**, London, n. 54, p. 2, 2013.

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

ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Livro científico (ALICE)**. Local: EMBRAPA, 2010.

ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. [s. l.], 2019. Disponível em: [https://cebds.org/aquasfera/conjuntura-dos-recursos-hidricos-no-brasil-ana/?gclid=EAIaIQobChMImuO8iviK8gIVCAyRCh16YQfCEAAAYAiAAEgIbTvD\\_BwE](https://cebds.org/aquasfera/conjuntura-dos-recursos-hidricos-no-brasil-ana/?gclid=EAIaIQobChMImuO8iviK8gIVCAyRCh16YQfCEAAAYAiAAEgIbTvD_BwE). Acesso em: 14 jun. 2021.

ANDRADE, P. F. S. **Prognóstico: fruticultura - panorama mundial**. Paraná, 2020a. Disponível em: [https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2021-01/prognostico\\_fruticultura\\_2021.pdf](https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-01/prognostico_fruticultura_2021.pdf). Acesso em: 20 de jul. 2021.

ANDRADE, P. F. S. **Prognóstico: fruticultura - panorama mundial**. Paraná, 2020b. Disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura\\_2020.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf). Acesso em: 20 de jul. 2021.

ARAÚJO, E. L.; NOGUEIRA, C. H. F.; MENEZES NETTO, A. C.; BEZERRA, C. E. S. Biological aspects of the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on melon (*Cucumis melo* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 43, n. 4, p. 579-582, 2013.

ARAÚJO, E. L.; PINHEIRO, S. A. M.; GEREMIAS, L. D.; MENEZES-NETTO, A. C.; MACEDO, L. P. M. Técnica de criação da mosca minadora *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). **Campo Digital**, Campo Mourão, PR, v. 2, n. 1, p. 5, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTOS E EXPORTAÇÕES DE FRUTAS E DERIVADOS. **Dados de exportação 2020**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2021/02/dados-de-exportacao-2020/>. Acesso em: 20 jul. 2021.

AZEVEDO, L. A. S. Misturas de tanque de produtos fitossanitários: Teoria e Prática. Rio de Janeiro, RJ. IMOS Gráfica e Editora, p. 230, 2015.

BARILLI, D.; GUIDOTTI PINTO, C. P.; GOMES, C. M.; SILVA, J.; SANTOS, A. L. Z.; FONSECA, S. S.; ROSSI, G. D. **Modos de ação de inseticidas comerciais**. [s. l.], p. 284, 2019.

BARRY, J. D.; PORTILLO, H. E.; ANNAN, I. B.; CAMERON, R. A.; CLAGG, D. G.; DIETRICH, R. F.; WATSON, L. J.; LEIGHTY, R. M.; RYAN, D. L.; MCMILLAN, J. A.; SWAIN, R. S.; KACZMARCZYK, R. A. Movement of cyantraniliprole in plants after foliar applications and its impact on the control of sucking and chewing insects. **Pest Management Science**, [s. l.], v. 71, n. 3, p. 395-403, 2015.

BASF. Insecticide Mode of Action: Technical Training Manual. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/275959530\\_BASF\\_Insecticide\\_Mode\\_of\\_Action\\_Technical\\_Training\\_Manual](https://www.researchgate.net/publication/275959530_BASF_Insecticide_Mode_of_Action_Technical_Training_Manual). Acesso em: 22 jul. 2021.

BEL, Y.; WIESNER, P.; KAYSER, H. Candidate target mechanisms of the growth inhibitor cyromazine: Studies of phenylalanine hydroxylase, puparial amino acids, and dihydrofolate reductase in dipteran insects. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, [s. l.], v. 45, n. 2, p. 69-78, 2000.

BRAGA SOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J. A.; FREITAS, J. A. D.; TERAPO, D. Manejo Integrado de Pragas do Meloeiro. In: BRAGA SOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J. A.; FREITAS, J. A. D.; TERAPO, D. (org.). **Produção Integrada de Melão**. EMBRAPA, Agroindústria Tropical, 2008. p. 183-199.

CARLSON, K.L.; BURNSIDE, O.C. Comparative phytotoxicity of glyphosate, SC-0224, SC-0545, and HOE-00661. **Weed Science, Champaign**, United Kingdom, v.32, n.6, p.841-884, 1984.

CARTER, E. Spray water quality can affect pesticide performance. 2019. Disponível em: <https://nwdistrict.ifas.ufl.edu/phag/2019/04/26/spray-water-quality-can-affect-pesticide-performance/>. Flórida, USA. Acesso em: 12 de jul. 2020.

CARVALHO, J. R.; PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R.; HOLTZ, A. M. **Análise de PROBIT aplicada a bioensaios com insetos**. Colatina: IFES, p. 102, 2017.

CLOYD, R. A. Effects of pH on pesticides. MF (Kansas State University). **Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service**, Kansas, EUA, 2016.

CONCEIÇÃO, M. Z. Defesa vegetal: Legislação, Normas e produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T. **O que Engenheiros Agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 2ª. Ed. Viçosa: UFV/ANDEF, p. 1-68. 2003.

CORDOVA, D., BENNER, E. A., SACHER, M. D; RAUH, J. J.; SOPA, J. S.; LAHM, G. P.; SELBY, T. P.; STEVENSON, T. M.; FLEXNER, L.; GUTTERIDGE, S; RHOADES, D. F.; WU, L.; SMITN, R. M.; TAO, Y. Anthranilic diamides: A new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. **Pesticide Biochemistry Physiology**, Newark, USA, v. 84, n. 3, p. 196-214, 2006.

COSME, C. R.; DIAS, N. S.; MELO, M. R. S.; OLIVEIRA, A. M. P.; SILVA, G. F.; MOURA, E. S. R. Avaliação da qualidade das águas de poços em comunidades e assentamentos rurais Mossoró-RN. **Acta Iguazu**, Cascavel, PR, v. 7, n. 2, p. 97-108, 2018.

COSTA-LIMA, T. C., GEREMIAS, L. D.; PARRA, J. R. P. Reproductive activity and survivorship of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) at different temperatures and relative humidity levels. **Environmental Entomology**, Piracicaba, SP, v. 39, n. 1, p. 195-201, 2010.

COSTA-LIMA, T. C.; SILVA, A. C.; PARRA, J. R. P. **Moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae): Aspectos taxonômicos e biologia**. (Embrapa

Semiárido. Documentos, 268). Petrolina, PE: Embrapa Semiárido: Documentos, 268. 36 p, 2015.

COX, D. L.; REMICK, D. M.; LASOTA, J. A.; DYBAS, R. A. Toxicity of avermectins to *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) larvae and adults. **Journal of Economic Entomology**, [s. l.], v. 88, n. 5, p. 1415-1419, 1995.

DAMASCENO, G. C. C.; OLIVEIRA, A. C.; DA COSTA-LIMA, T. C. Suscetibilidade de *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) em meloeiro a inseticidas. In: **Embrapa Semiárido - Artigo em Anais de Congresso (ALICE)**. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 12, 2017, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017.

DEVKOTA, S.; SEAL, D. R.; LIBURD, O. E.; FERGUSON, S.; WADDILL, C. T.; MARTIN, C. Responses of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to chemical and biorational insecticides. **Florida Entomologist**, Flórida, USA, v. 99, n. 4, p. 616-623, 2016.

FARIAS, M. S.; SCHLOSSER, J. F.; CASALI, A. L.; FRANTZ, U. G.; RODRIGUES, F. A. Qualidade da água utilizada para aplicação de agrotóxicos na região central do Rio Grande do Sul. **Agrarian**, Dourados, MS, v. 7, n. 24, p. 355-359, 2013.

FEITOSA, F. A. C. **Comportamento das bacias sedimentares da região semi-árida do Nordeste brasileiro**. [s. l.] CPRM, 2007.

FERGUSON, J. S. Development and stability of insecticide resistance in the leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to cyromazine, abamectin, and spinosad. **Journal of Economic Entomology**, Flórida, USA, v. 97, n. 1, p. 112-119, 2004.

FERNANDES, O. A. Melão: campo minado. **Revista Cultivar**, [s. l.], v. 4, n. 23, p. 26-27, 2004.

FERNANDES, W. C.; PASTORI, P. L.; DIAS-PINI, N. S.; FEITOSA, F. A. A.; PEREIRA, F. F. Pragas do meloeiro. In: GUIMARÃES, M. A.; ARAGÃO, F. A. S. (Org.). **Produção de melão**. 1ed. Viçosa, MG: UFV, 2019, p. 245-265.

FISHEL, F. M. Water quality and the effectiveness of pesticides. **EDIS**, Flórida, v. 2019, n. 5, p. 2, 2019.

FURIATTI, R. S.; PINTO JUNIOR, A. R.; LOPES, J. A. B. Estudo comparativo entre agrotêxtil e inseticidas no controle da mosca-minadora da batata. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, Curitiba, PA, v. 6, n. 1, p. 89-96, 2008.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, J. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, FEALQ, p. 920, 2002.

GUIMARÃES, J. A.; BRAGA SOBRINHO, R.; AZEVEDO, F. R.; ARAUJO, E. L.; TERAJO, D.; MESQUITA, A. L. M. Manejo Integrado de Pragas do Meloeiro. In: **Proteção Integrada de Plantas**. EMBRAPA, Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, p. 227-236, 2008. cap. 19.

HOSSAIN, M. B.; POEHLING, H-M. A comparative study of residual effects of Azadirachtin, Spinosad and Avermectin on *Liriomyza sativae* (Dip.: Agromyzidae) on tomatoes. **International Journal of Pest Management**, [s. l.], v. 55, n. 3, p. 187-195, 2009.

Insecticide Resistance Action Committee. 2021. Disponível em: <https://irac-online.org/mode-of-action/>. Acesso em: 22 jul. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 20 de jul. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 20 jul. 2021.

KHORSHIDI, M.; HEJAZI, M. J.; IRANIPOUR, S. Effect of azadirachtin, chlorantraniliprole and some insect growth regulators on vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Crop Protection**, Teerã, Irã, v. 6, n. 1, p. 115-123, 2017.

KISSMANN, K. C. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitário. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. B. (Org.). **Tecnologia e segurança na aplicação de Agrotóxico: novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998, p. 39-51.

LAHM, G. P.; STEVENSON, T. M.; SELBY, T. P.; FREUDENBERGER, J. H.; CORDOVA, D.; FLEXNER, L.; BELLIN, C. A.; DUBAS, C. M.; SMITH, B. K.; HUGHES, K. A.; HOLLINGSHAUS, J. G.; CLARK, C. E.; BENNER, E. A. Rynaxypyr: A new insecticidal anthranilic diamide that acts as a potent and selective ryanodine receptor activator. **Bioorganic e Medicinal Chemistry Letters**, Newark, USA, v. 17, n. 22, p. 6274-6279, 2007.

LEORA, S. Poloplus, a user's guide to probit or logit analysis. **LeOra Software**, Berkeley, CA, 2003.

MOURA FILHO, E. R. **Influência da qualidade da água no controle químico da mosca minadora do meloeiro, em Mossoró-RN**. 2006. 38f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido/Mossoró, 2006.

MOURÃO, M. A. A.; PEIXINHO, F. C. A rede integrada de monitoramento das águas subterrâneas: Fundamentos, estruturação e implantação. Recuperado de <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28169>. São Paulo, SP, p. 4, 2011.

MUJICA, N. PRAVATINER, M.; CISNEROS, F. Effectiveness of abamectin and plant-oil mixtures on eggs and larvae of the leafminer fly, *Liriomyza huidobrensis* Blanchard. p. 161-166. In: **International Potato Center (ed) Scientist and farmer: partners in research for the 21st century**. CIP, Lima, Peru. Program report 1999-2000.

NAULT, B. A.; IGLESIAS, L. E.; HARDING, R. S.; GRUNDBERG, E. A.; RUSINEK, T.; ELKNER, T. E.; LINGBEEK, B. J.; FLEISCHER, S. J. Managing allium-leafminer (Diptera: Agromyzidae): An emerging pest of *Allium* crops in North America. **Journal of Economic Entomology**, [s. l.], v. 113, n. 5, p. 2300-2309, 2020.

OLIVEIRA, F. I. O.; GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z.; NUNES, G. H. S.; ARAGÃO, F. A. S. Sistema de produção de melão no polo agrícola Jaguaribe-Açu. In:

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; GONDIM, R. S.; ARAGÃO, F. A. S. (Ed.). **Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica**. Brasília, DF: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 45-76, 2017. Cap. 3.

PARRELLA, M. P. Biology of *Liriomyza*. **Annual Review of Entomology**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 201-224, 1987.

PASTORI, P. L.; PINTO, A. C.; DIAS-PINI, N. S.; GODOY, M. S.; RUGAMA, A. J. M. Manejo integrado das pragas do meloeiro. In: GUIMARÃES, M. A.; ARAGÃO, F. A. S. (Org.). **Produção de melão**. 1ed. Viçosa-MG: UFV, 2019, p. 266-282.

PEIXOTO, R. L. O.; CAIXETA, D. F. Adequação do pH de águas utilizadas na aplicação de defensivos na região de Goianésia-GO. **Ipê Agronomic Journal**, Goiás, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2020.

PENER, M. P.; DHADIALLA, T. S. An overview of insect growth disruptors; applied aspects. **Advances in Insect Physiology**, [s. l.], v. 43, n. 3, p. 1-162, 2012.

PEREIRA, R. B.; DE MOURA, A. P.; PINHEIRO, J. B. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos em cultivo protegido de tomate e pimentão. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica 144 (INFOTECA-E)**. Local EMBRAPA, p. 20, 2015.

PETTER, F.A.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F. A.; NETO, F. A.; PACHECO, L. P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, PI, v. 4, n. 2, p. 129-138, 2013.

PPDB - Pesticide Properties DataBase. 2021. In: Unidade de Pesquisa em Agricultura e Meio Ambiente (AERU). Hatfield, UK. Disponível em: [http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz\\_insect.htm](http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz_insect.htm). Acessado em 17 de junho de 2021.

QUEIROZ, A. A.; MARTINS, J. A. S.; DA CUNHA, J. P. A. RODRIGUES, J. P. A. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 24, n. 4, p. 8-19, 2008.

R CORE TEAM. 2021. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Áustria. Disponível em: <https://nbcgib.uesc.br/mirrors/cran/>. Acesso em: 12 mai. 2021.

RAMOS, H. H.; ARAÚJO, D. Preparo da calda e sua interferência na eficácia de agrotóxicos. 2006. Campinas, SP, Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2006\\_3/V2/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/V2/index.htm). Acesso em: 17 nov. 2008.

REDDY, D. S.; MADHUMATI, C.; NAGARAJ, R. Bio-rational insecticides toxicity against *Liriomyza trifolii* (Burgess) damaging Cantaloupes, *Cucumis melo* var. *cantalupensis*. **Journal of Applied and Natural Science**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 1271-1275, 2018.

REITZ, S. R.; GAO, Y.; LEI, Z. Insecticide use and the ecology of invasive *Liriomyza leafminer* management. In: TRDAN, S (Ed.). **Insecticides - Development of safer and more effective technologies**. Rijeka, p. 233-253, 2013, cap 8.

ROBERTSON, J. L.; JONES, M. M.; OLGUIN, E.; ALBERTS, B. Bioassays with Arthropods. **In Bioassays with Arthropods**, New York, 3 Ed. 2017. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315373775>.

SARYAZDI, A. G.; HEJAZI, J. M.; SABER, M. Residual toxicity of abamectin, chlorpyrifos, cyromazine, indoxacarb and spinosad on *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) in greenhouse conditions. **Pesticidi i Fitomedicina**, Serbia, v. 27, n. 2, p. 107-116, 2012.

SCHILDER, A. Effect of water pH on the stability of pesticides. Disponível em: [https://www.canr.msu.edu/news/effect\\_of\\_water\\_ph\\_on\\_the\\_stability\\_of\\_pesticides](https://www.canr.msu.edu/news/effect_of_water_ph_on_the_stability_of_pesticides). **State University Extension**, Michigan, EUA, p. 9, 2008.

SCHUSTER, D. J.; TAYLOR, J. L. Longevity and oviposition of adult *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) exposed to abamectin in the laboratory. **Journal of Economic Entomology**, Flórida, USA, v. 81, n. 1, p. 106-109, 1988.

SEAL, D. R.; DEVKOTA, S.; SABINES, C. New insecticides in managing american serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) in South Florida. 2014. **Proceedings of the Caribbean Food Crops Society**, United States, v. 50, p. 28-36, 2014.

SHARMA, A. K. ZIMMERMAN, W. Z.; LOWRIE, C.; CHAPLEO, S. Hydrolysis of chlorantraniliprole and cyantraniliprole in various pH buffer solutions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 62, n. 16, p. 3531-3536, 2014.

SILVA, J. S.; TORRES, L. G.; VOLTOLINI, G. B.; OLIVEIRA, J. C. D. PH ideal: Qual a relação com a eficiência do defensivo? 2020. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/ph-ideal-qual-a-relacao-com-a-eficiencia-do-defensivo/>. Uberlândia, MG. Acesso em: 13 jun. 2021.

SILVA, P. A. F. **Bases para o manejo da resistência de *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) a inseticidas de risco reduzido**. 2014. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco/Recife, 2014.

Sistema de Agrotóxico Fitossanitário. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 22 jul. 2021.

THARP, C.; SIGLER, A. Pesticide performance and water quality. **MSU Extension MT201305AG New**, Montana, USA, v. 12, p. 13, 2013.

UMEDA, K. Leafminer control in Cantaloupes. **Vegetable: A College of Agriculture Report**, Tucson, AZ, p. 5, 1999.

VAN DE WOUW, A. P.; BATTERHAM, P.; DABORN, P. J. The insect growth regulator insecticide cyromazine causes earlier emergence in *Drosophila melanogaster*. **Entomological Society of America**, [s. l.], v. 63, n. 3, p. 101-109, 2006.



WHIFORD, F.; PENNER, D.; JOHNSON, B.; BLEDSOE, L.; WAGONER, R.; GARR, J. WISE, K.; OBERMEYER.; BLESSING, A. The impact of water quality on pesticide performance. 2009. [s. l.]. Disponível em: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ppp/ppp-86.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2020.

YU, S. J. **The toxicology and biochemistry of insecticides**. [s. l.], 2ª Ed., CRC press, p. 334, 2014.

ZHANG, Y.; LORSBACH, B. A.; CASTETTER, S.; LAMBERT, W. T.; KISTER, J.; WANG, X. N.; KLITTICH, C. J. R.; ROTH, J.; SPARKS, T. C.; LOSO, M. R. Physicochemical property guidelines for modern agrochemicals. **Pest Management Science**, Indianapolis, USA, v. 74, n. 9, p. 1979-1991, 2018.