



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
DOUTORADO EM FITOTECNIA

ADRIANO SOARES DE CARVALHO

**EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE SEMENTES DE NIM
SOBRE A MOSCA-MINADORA EM MELOEIRO**

MOSSORÓ

2017

ADRIANO SOARES DE CARVALHO

**EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE SEMENTES DE NIM SOBRE A MOSCA-
MINADORA EM MELOEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Proteção de Plantas

Orientador: Prof. Dr. Elton Lucio de Araujo

MOSSORÓ

2017

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

C331e Carvalho, Adriano Soares de.
Efeito do extrato aquoso de sementes de nim sobre a mosca-minadora em meloeiro / Adriano Soares de Carvalho. - 2017.
54 f.: il.

Orientador: Prof. D. SC. Elton Lucio de Araujo.

Tese (DOUTORADO) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, 2017.

1. *Cucumis melo*. 2. Manejo integrado de pragas. 3. *Liriomyza sativae*. 4. Inseticidas botânicos.

I. Araujo, Elton Lucio de, orient. II. Título.

Bibliotecário-Documentalista
Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

ADRIANO SOARES DE CARVALHO

**EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE SEMENTES DE NIM SOBRE A MOSCA-
MINADORA EM MELOEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do
Semi-Árido como requisito para obtenção do título
de Doutor em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Proteção de Plantas

Defendida em: 16 / 10 / 2017.

BANCA EXAMINADORA



Prof. D. Sc. Elton Lucio de Araujo - UFERSA
Presidente - Orientador



Prof. D. Sc. Jailma Suerda Silva de Lima - UFERSA
Conselheiro



Prof. D. Sc. Adrian Jose Molina-Rugama - UFERSA
Conselheiro



Prof. D. Sc. Ewerton Marinho da Costa - UFCG
Conselheiro (Membro externo)



D. Sc. Leandro Delalibera Geremias
Conselheiro (Membro externo)

Aos meus pais, Amaro Teixeira de Carvalho e Anita Soares de Carvalho, pelo amor dedicado, exemplo de vida, por me apoiarem e ensinarem o valor da responsabilidade e da educação.

DEDICO

À minha família, minha esposa Núbia Xavier de Moraes Carvalho e meus filhos, Adriano Soares de Carvalho Filho e Giovanna de Moraes Carvalho, que são a razão da minha existência, sempre me demonstrando seu amor, dedicação, apoio e compreensão nos momentos de ausência.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e por me amparar nos momentos de dificuldades.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (PPGF/UFERSA), pela confiança e apoio durante toda a realização do curso.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) – Campus Ipanguaçu, pela confiança e liberação das atividades de ensino que me possibilitaram maior disponibilidade para me dedicar aos estudos do Doutorado.

Aos professores (as) do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pelos conhecimentos transmitidos e experiências compartilhadas.

Ao Professor D. Sc. Elton Lucio de Araujo, pela orientação, paciência, ensinamentos, amizade, conselhos, exemplo profissional e pelos momentos de debate e descontração.

Agradeço aos membros Banca Examinadora, D. Sc. Jailma Suerda Silva de Lima, D. Sc. Adrian José Molina-Rugama, D. Sc. Ewerton Marinho da Costa e D. Sc. Leandro Delalibera Geremias, pela disponibilidade, pela ajuda na correção e o aperfeiçoamento desse manuscrito.

Aos colegas pós-graduandos do PPGF/UFERSA, pela convivência, troca de experiência, companheirismo e amizade.

As todos os colegas e amigos do Laboratório de Entomologia Aplicada da UFERSA, Bárbara Karine de Albuquerque Silva, Joseph Jonathan Dantas de Oliveira, Elania Clementino Fernandes, Maria Ítala Alves de Souza, Tayron Sousa Amaral, Fernanda Jessika Carvalho Dantas, Hellany Matos da Silva, Raimundo Ivan Remígio Silva, Mariana Macêdo de Souza, Karolina Rafrana Silva de Araújo, Rayane Sley Melo da Cunha, pela amizade e ajuda na realização dos experimentos, pelos momentos de descontração, pelas discussões e troca de experiências. Em especial a Francisco Edivino Lopes da Silva e André Victor Perez Maia, pelo companheirismo e amizade de todas as horas.

Ao amigo D. Sc. Ewerton Marinho da Costa, pela troca de conhecimentos, amizade, parceria, incentivo e colaboração no desenvolvimento desse trabalho.

Ao amigo e colega de trabalho Francisco de Assis Aderaldo, pelo apoio, incentivo

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho, registro os mais sinceros agradecimentos. Muito obrigado!

“O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil da vida de alguém”.

Dalai Lama

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram: avaliar o efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de sementes de nim (*Azadirachta indica*) sobre a mosca-minadora (*Liriomyza sativae*) em meloeiro; analisar a ação desse extrato sobre os ínstares larvais da mosca-minadora e verificar o efeito residual do extrato sobre a mortalidade da mosca-minadora em meloeiro. A pesquisa foi realizada na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró-RN. O estudo foi dividido em dois experimentos: no primeiro, foi analisado o efeito translaminar e sistêmico do extrato aquoso de sementes de nim sobre os ínstares larvais da mosca-minadora em meloeiro, por meio de ensaios realizados em laboratório, onde foram calculadas as mortalidades larval, pupal e total de *L. sativae*, causadas pela aplicação via pulverização e via solo de cinco concentrações do extrato de sementes de nim (2, 5, 10, 15 e 20 g. 100 mL⁻¹). Também foi observado o efeito do extrato, na concentração de 5 g. 100 mL⁻¹, sobre os ínstares larvais de *L. sativae*. Constatamos efeito translaminar e sistêmico dos extratos aquosos de sementes de nim e do Azamax® sobre larvas de *L. sativae* em meloeiro, com o incremento na mortalidade mediante aumento da concentração do extrato e alta mortalidade pupal e total em ambos os métodos de aplicação. O extrato na concentração de 5 g. 100 mL⁻¹ causou mortalidade significativa, comparado ao controle em ambos os métodos de aplicação e em todos os estádios larvais. Porém, obteve-se maior eficiência na pulverização sobre larvas do primeiro ínstar. No segundo experimento, foi analisado o efeito residual do extrato aquoso de sementes de nim sobre a mosca minadora em meloeiro, em condições de casa de vegetação, utilizando os dois métodos de aplicação, no solo e pulverizado, sobre plantas de meloeiro infestadas em diferentes intervalos de tempo após a aplicação (5, 7, 10, 15 e 20 dias). O extrato apresentou diferença estatística do tratamento controle nos dois métodos de aplicação e em todos os tempos de infestação. A aplicação via pulverização do extrato causou elevada mortalidade larval e pupal, além de baixa emergência de adultos, principalmente em plantas infestadas até sete dias após a aplicação. Nos demais tempos, houve redução gradual nos efeitos dos extratos. A aplicação do extrato no solo causou baixa mortalidade larval durante os 20 dias do experimento, mas causou mortalidade pupal elevada em plantas infestadas apenas no 5º dia após a aplicação, com redução do 7º para o 20º dia. Os resultados demonstram que o extrato aquoso de sementes de nim causa mortalidade significativa de larvas e pupas de *L. sativae* quando pulverizado sobre as folhas, com efeito residual por 20 dias, sendo mais efetivo nos primeiros sete dias após a aplicação. A aplicação do extrato aquoso de sementes de nim via pulverização apresentou maiores taxas de mortalidade larval, pupal e menor emergência de adultos quando comparado à aplicação via solo em todos os tempos testados. Concluiu-se que os produtos à base de nim têm efeito translaminar e sistêmico sobre a mortalidade de *L. sativae* em plantas de meloeiro, ocorrendo incremento na mortalidade com o aumento das concentrações do extrato e, apesar de haver considerável mortalidade larval, os efeitos sobre a mortalidade foram superiores na fase pupa. Também foi observada maior eficiência do extrato de sementes de nim no controle *L. sativae* nas concentrações superiores a 5 g. 100 mL⁻¹. Além disso, a aplicação do extrato via pulverização causa maior taxa de mortalidade do que a aplicação via solo, principalmente quando aplicada sobre larvas jovens do 1º ínstar e reduz nas aplicações sobre larvas mais desenvolvidas. Por outro lado, a pulverização do extrato na concentração de 5 g.100 mL⁻¹ apresentou efeito residual sobre a mortalidade por 20 dias após a aplicação, porém na aplicação via solo apresentou baixa mortalidade nesse mesmo período.

Palavras-chave: *Cucumis melo*. Manejo Integrado de Pragas. *Liriomyza sativae*. Inseticidas botânicos.

ABSTRACT

The objectives of this work were: to evaluate the effect of different concentrations of the aqueous extract of neem seeds (*Azadirachta indica*); to analyze the action of this extract on the larval stages and to verify the residual effect of the extract on the mortality of the leafminer (*Liriomyza sativae*) in melon. The research was carried in Universidade Federal Rural do Semi-Árido, in Mossoró-RN. The study was divided in two experiments: on the first, the translaminar and systemic effect of aqueous extract of neem seeds on the larval instars of the leafminer in melon was analyzed through laboratory tests, where larval, pupal and total mortalities of *L. sativae* were calculated by spray and soil application of five concentrations of the neem seed extract (2, 5, 10, 15 and 20 g, 100 mL⁻¹). We observed the effect of the extract, at the 5 g.100 mL⁻¹ concentration, on the larval instars of *L. sativae*. We verified translaminar and systemic effect of aqueous extracts of neem seeds and Azamax® on larvae of *L. sativae* in melon, with the increase in mortality with the increase of extract concentration and high pupal and total mortality in both methods of application. The extract at the concentration of 5 g. 100 mL⁻¹ caused significant mortality compared to control in both application methods and at all larval stages, but higher spray efficiency was obtained on larvae of the 1st instar. In the second experiment, the residual effect of the aqueous extract of neem seeds on the leafminer was analyzed in greenhouse conditions, using the two methods of application in the soil and sprayed on melon plants infested at different intervals of time after application (5, 7, 10, 15 and 20 days). The extract presented statistical difference of the control treatment in the two methods of application and all times of infestation. The spray application of the extract caused high larval and pupal mortality, besides low adult emergence, especially in plants infested up to seven days after application. In the other times, there was a gradual reduction in the effects of the extracts. The application of the soil extract caused a low larval mortality during the 20 days of the experiment, but caused high pupal mortality in infested plants only on the 5th day after the application, with reduction from 7th to 20th day. The results demonstrate that the aqueous extract of neem seeds causes significant mortality of larvae and pupae of *L. sativae* when sprayed on the leaves, with residual effect for 20 days, being more effective in the first seven days after application. The application of the aqueous extract of neem seeds via spraying showed higher rates of larval, pupal and lower emergence of adults when compared to application via soil in all times tested. We concluded that neem-based products have a translaminar and systemic effect on *L. sativae* mortality in melon plants, with an increase in mortality due to the increase in extract concentrations, and although there is considerable larval mortality, effects on mortality were higher in the pupal phase. We also observed higher efficiency of neem seed extract in *L. sativae* mortality at concentrations higher than 5 g. 100 mL⁻¹. In addition, the application of the spray extract causes a higher mortality rate than the soil application, especially when applied to young larvae of the 1st instar and reduces in applications on more developed larvae. On the other hand, the spraying of the extract at a concentration of 5 g. 100 mL⁻¹ had a residual effect on mortality for 20 days after application, but in soil application it presented low mortality in the same period.

Keywords: *Cucumis melo*. Integrated Pest Management. *Liriomyza sativae*. Botanical insecticides.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 3

- Figura 1 Escala usada como critério de seleção dos frutos para obtenção das sementes que foram utilizadas na produção dos extratos aquosos de nim..... 23
- Figura 2 Efeito do extrato aquoso de sementes de nim sobre a mortalidade larval da mosca-minadora em meloeiro, submetido a diferentes tempos de infestação (efeito residual), em condições de casa de vegetação com duas formas de aplicação, via pulverização e no solo..... 46
- Figura 3 Efeito do extrato aquoso de sementes de nim sobre a mortalidade pupal da mosca-minadora em meloeiro, submetido a diferentes tempos de infestação (efeito residual), em condições de casa de vegetação, com duas formas de aplicação, via pulverização e via solo..... 47
- Figura 4 Efeito do extrato aquoso de sementes de nim sobre a emergência de adultos da mosca-minadora em de meloeiro, submetido a diferentes tempos de infestação (efeito residual), em condições de casa de vegetação, com duas formas de aplicação, via pulverização e no solo..... 48

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1	Efeito da aplicação via pulverização do extrato aquoso de sementes de <i>A. indica</i> na mortalidade de <i>L. sativae</i> em meloeiro.....	27
Tabela 2	Efeito da aplicação via solo do extrato aquoso de sementes de <i>A. indica</i> na mortalidade de <i>L. sativae</i> em meloeiro.....	28
Tabela 3	Efeito da aplicação via pulverização do extrato aquoso de sementes de <i>A. indica</i> sobre os diferentes estádios larvais de <i>L. sativae</i> em plantas de meloeiro.....	28
Tabela 4	Efeito da aplicação via solo do extrato aquoso de sementes de <i>A. indica</i> sobre os diferentes estádios larvais de <i>L. sativae</i> em plantas de meloeiro.....	29

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL.....	12
REFERÊNCIAS.....	16
CAPÍTULO 2 - EFEITO TRANSLAMINAR E SISTÊMICO DO EXTRATO AQUOSO DE SEMENTES DE NIM SOBRE A MOSCA-MINADORA EM MELOEIRO.....	19
RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	20
1 INTRODUÇÃO.....	21
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
2.1 População de <i>L. sativae</i>.....	22
2.2 Produção e infestação das plantas de meloeiro.....	23
2.3 Preparo do extrato aquoso de sementes de nim.....	23
2.4 Efeito do extrato aquoso de sementes de nim sobre <i>L. sativae</i>.....	24
2.4.1 Ação da aplicação via pulverização.....	24
2.4.2 Ação da aplicação via solo.....	25
2.5 Efeito do extrato aquoso de nim sobre os diferentes estádios larvais de <i>L. sativae</i>.....	25
2.5.1 Ação da aplicação via pulverização.....	25
2.5.2 Ação da aplicação via solo.....	25
2.6 Delineamento experimental e tratamentos.....	25
2.7 Análises estatísticas.....	26
3 RESULTADOS.....	26
3.1 Efeito do extrato aquoso de sementes de nim sobre <i>L. sativae</i>.....	26
3.1.1 Ação da aplicação via pulverização.....	26
3.1.2 Ação da aplicação via solo.....	27
3.2 Efeito do extrato aquoso de nim sobre os diferentes estádios larvais de <i>L. sativae</i>.....	28
3.2.1 Ação da aplicação via pulverização.....	28
3.2.2 Ação da aplicação via solo.....	29
4 DISCUSSÃO.....	29
4.1 Efeito do extrato aquoso de sementes de nim sobre <i>L. sativae</i>.....	29
4.1.1 Ação da aplicação via pulverização.....	29
4.1.2 Ação da aplicação via solo.....	31
4.2 Efeito do extrato aquoso de nim sobre os diferentes estádios larvais de <i>L. sativae</i>.....	32
4.2.1 Ação da aplicação via pulverização.....	32
4.2.2 Ação da aplicação via solo.....	33
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
REFERÊNCIAS.....	35
CAPÍTULO 3 - EFEITO RESIDUAL DO EXTRATO AQUOSO DE SEMENTES DE NIM SOBRE A MOSCA-MINADORA EM MELOEIRO.....	39
RESUMO.....	39
ABSTRACT.....	40
1 INTRODUÇÃO.....	41
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	42

2.1	População de <i>L. sativae</i>	42
2.2	Produção das plantas de meloeiro	43
2.3	Preparação dos extratos aquosos de sementes de nim	43
2.4	Ação residual do extrato aquoso de sementes de nim sobre <i>L. sativae</i> em meloeiro	43
2.4.1	Aplicação via pulverização.....	43
2.4.2	Aplicação via solo.....	44
2.5	Avaliações	44
2.6	Análises estatísticas	45
3	RESULTADOS	45
3.1	Mortalidade larval	45
3.2	Mortalidade pupal	46
3.3	Emergência de Adultos	47
4	DISCUSSÃO	48
4.1	Mortalidade larval	48
4.2	Mortalidade pupal	50
4.3	Emergência de Adultos	50
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
	REFERÊNCIAS	52

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma das Cucurbitáceas mais cultivadas no mundo. Seu fruto tem grande aceitação comercial graças ao valor nutricional, sendo constituído por 90% de água, vitaminas A, C e E, além de sais minerais, apresentando também sabor suave e gosto adocicado devido ao elevado teor de açúcares (MOREIRA et al., 2009).

A produção brasileira de melão em 2015 foi de 521.596 toneladas (IBGE, 2017), a maior parte concentrada em áreas do semiárido nordestino. O cultivo de melão nessa região atingiu um alto nível tecnológico e grande parte da produção é destinada à exportação para os países da União Europeia e Estados Unidos da América (SALES JUNIOR et al., 2006; GUIMARÃES et al., 2008).

Apesar do aperfeiçoamento das técnicas de produção, o meloeiro é acometido por problemas fitossanitários durante o cultivo, principalmente no que se refere aos insetos-praga. As principais pragas da cultura são: a broca-das-cucurbitáceas (*Diaphania* spp.), o pulgão (*Aphis gossypii*), a mosca-branca (*Bemisia tabaci* biotipo B) e a mosca-minadora (*Liriomyza* spp.). Em meio a esse complexo de pragas, pode-se destacar a mosca-minadora, considerada praga-chave da cultura, responsável por causar sérios prejuízos aos produtores (ARAUJO et al., 2007; GUIMARÃES et al., 2009; COSTA-LIMA et al., 2010).

As fêmeas da mosca-minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) ovipositam no mesófilo foliar e, logo após a eclosão, as larvas passam a se alimentar do mesófilo formando minas, o que reduz a capacidade fotossintética da planta e afeta diretamente a concentração de sólidos solúveis totais (°Brix) nos frutos (PARRELA, 1987). As altas infestações causam a destruição completa do mesófilo foliar, levando à exposição dos frutos ao sol, o que provoca a queima, comprometendo a qualidade e o valor comercial dos frutos. Além disso, as puncturas de oviposição e alimentares realizadas pelos adultos podem servir de porta de entrada para patógenos oportunistas e causar perda excessiva de água, levando ao tombamento de plantas jovens (GUIMARÃES et al., 2009).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) no cultivo do meloeiro propõe a integração de diversas técnicas visando à manutenção das populações das pragas abaixo do nível de dano econômico (GUIMARÃES et al., 2009). Porém, o principal método de controle empregado é

o uso de inseticidas sintéticos (LIMA et al., 2012). Existem diversas formulações registradas para o controle da mosca-minadora em meloeiro (AGROFIT, 2017), mas, apesar da importância e eficiência comprovada desses produtos no controle da praga, o uso indiscriminado pode causar impactos negativos, como: seleção de populações resistentes, ressurgência de pragas, afetar as populações de insetos benéficos, além de haver risco de intoxicação humana e contaminação ambiental (PRAKASH et al., 2008; YILDIRIM; CIVELEK, 2010; DIMETRY et al., 2010; SHIBERU; GETU, 2016).

A preocupação com o uso de inseticidas sintéticos e o aumento a exigência dos consumidores têm provocado a busca por novos métodos como alternativa no controle de pragas, entre os quais os inseticidas botânicos merecem destaque (ROSELL et al., 2008; TOMÉ et al., 2013). Esses inseticidas contêm compostos bioativos que podem causar efeitos adversos sobre insetos-pragas: repelência, regulação do crescimento, diminuição da alimentação, podendo apresentar vantagens em virtude da seletividade a organismos benéficos, serem biodegradáveis e apresentarem baixa toxicidade para mamíferos e humanos (BOEKE et al., 2004; GONÇALVES-GERVÁSIO; VENDRAMIM, 2007; ISMAN, 2008; PRAKASH et al., 2008).

Várias espécies vegetais produzem metabólitos secundários com efeitos comprovados contra insetos. Uma das mais estudadas é o nim (*Azadirachta indica*) pertencente à família Meliaceae, que produz uma série de compostos bioativos com propriedades inseticidas, entre os quais o mais conhecido é a azadiractina, presente em diversas partes da planta, porém mais concentrada nas sementes (MORGAN, 2009; MORDUE et al., 2010; DEBASHRI; TAMAL, 2012).

A azadiractina é um composto com atividade biológica sobre mais de 550 espécies de insetos, podendo agir como repelente, inibidor da alimentação, regulador de crescimento e reprodução, sendo letal em altas concentrações para diversas pragas agrícolas, incluindo *Liriomyza* spp. (CHERRY; NUSSLY, 2010; MORDUE et al., 2010; YILDIRIM; CIVELEK, 2010; OGBUEWU et al., 2011; DEBASHRI; TAMAL, 2012; SHIBERU; GETU, 2016). Apesar de todas essas propriedades, essa molécula é extremamente instável e sofre rápida degradação quando exposta às altas temperaturas e raios UV (KUMAR, 2008).

Existem diversos estudos sobre o efeito dos derivados de nim sobre *Liriomyza* spp., mas são poucos os trabalhos que avaliaram o efeito dos derivados de nim sobre *L.sativae*. Um dos primeiros estudos sobre os efeitos da aplicação via pulverização do extrato de sementes de nim sobre *L. sativae* foi realizado nas culturas do feijão (*Phaseolus lunatus*) e crisântemo

(*Chrysanthemum*). Os autores registraram que o extrato causou pouca repelência, mas foi altamente eficiente no controle de larvas, com efeito residual persistente por sete dias, e foi altamente letal nas concentrações de 0,1 e 0,05%, causando de 91 a 100% de mortalidade (WEBB et al., 1983).

Dois estudos semelhantes testaram diferentes concentrações do óleo comercial de nim sobre *L. sativae* em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), em laboratório e em casa de vegetação, aplicado via pulverização e via solo, observando incremento na mortalidade larval com o aumento da concentração, e as larvas de 1º ínstar foram mais susceptíveis à ação do óleo de nim. Também se observou o efeito residual do óleo de nim por sete dias após a aplicação, mas houve redução da mortalidade larval e aumento da emergência de adultos na medida em que a infestação foi realizada com maior intervalo de tempo após a aplicação. Por outro lado, a mortalidade larval caiu rapidamente no experimento conduzido em casa de vegetação, quando comparado com o experimento em ambiente controlado (HOSSAIM; POEHLING, 2006; HOSSAIN et al., 2008).

Hossain e Poehling (2009) estudaram o efeito residual do óleo comercial de nim NeemAzal®-T/S e dois produtos sintéticos sobre *L. sativae* em tomateiro, verificando aumento de 75,87% para 100% na mortalidade de larvas quando a concentração aumentou de 5 para 10 mL. L⁻¹, com efeito residual significativo sobre larvas e emergência de adultos persistindo por 14 dias após a aplicação na maior concentração testada, que também causou maior mortalidade sobre larvas do 1º e 2º ínstar.

O efeito do NeemAzal®-T/S 1 EC e alguns produtos sintéticos (clorantraniliprole, hexaflumuron, chromafenozide, clorfluazuron, cyromazina, lufenuron + fenoxicarb) sobre larvas do 1º ínstar de *L. sativae* foi testado por meio do mergulho de folhas infestadas na calda do produto, onde óleo de nim apresentou CL₅₀ de 8,51 mg ai/L e todos os tratamentos provocaram uma redução no peso pupal e na emergência de adultos, porém não houve interferência na razão sexual comparados com o controle (KHORSHIDI et al., 2017).

Yildirim e Civelek (2010) analisaram o efeito de vários produtos que atuam como reguladores de crescimento em insetos, entre os quais o óleo de nim (NeemAzal-T/S®), sobre *L. sativae* em tomateiro aos 10, 14 e 23 dias após a aplicação dos produtos. O óleo de nim foi um dos mais efetivos e causou significativa redução na emergência de adultos.

Recentemente, foram realizados estudos sobre o efeito dos derivados de nim sobre *L. sativae* em meloeiro. Num desses trabalhos, foram avaliadas diferentes concentrações do óleo de nim (Azamax®), aplicado via solo, e a maior concentração (1% ou 1 mL. 100 mL⁻¹)

causou mortalidade larval de 35,7% e pupal de 49,8%. (SILVA et al., 2015). Em outro estudo, com a aplicação via pulverização do extrato aquoso de sementes de nim, observou-se incremento na mortalidade larval na medida em que se aumentavam as concentrações e causou elevada mortalidade pupal, atingindo ~100% de mortalidade a partir da concentração de 5 g. 100 mL⁻¹ (COSTA et al., 2016). No entanto, em pesquisa realizada com a aplicação via pulverização e via solo do extrato aquoso de folhas de nim, foi constatada mortalidade moderada mesmo na maior concentração estudada (12,5 g. 100 mL⁻¹), chegando a 23,8% de mortalidade larval e 65,1% de mortalidade pupal quando aplicado via pulverização. Na aplicação via solo, a mortalidade larval foi de 29,8% e pupal de 47,8% (SILVA et al., 2016).

Apesar das importantes contribuições mencionadas, ainda não foram estudados os efeitos das aplicações dos extratos aquosos de sementes de nim, via pulverização e via solo, sobre os estádios larvais de *L. sativae* e o efeito residual dessas aplicações sobre a praga. Diante do exposto, os objetivos desse trabalho foram avaliar o efeito da aplicação, via pulverização e via solo, de diferentes concentrações do extrato aquoso de sementes de nim (*A. indica*) sobre a mosca minadora (*L. sativae*) em meloeiro e o efeito residual persistente após a aplicação.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 25 jan. 2017.
- ARAUJO, E. L., FERNANDES, D. R. R., GEREMIAS, L. D., NETTO, A. C. M., FILGUEIRA, M. A. Mosca-minadora associada à cultura do meloeiro no Semi-Árido do Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 210-212, 2007.
- BOEKE, S. J.; BOERSMA, M. G.; ALINK, G. M.; VAN LOON, J. J. A.; VAN HUIS, A.; DICKE, M.; RIETJENSI, I. M. C. M. Safety evaluation of neem (*Azadirachta indica*) derived pesticides. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 94, p. 25–41, 2004.
- CHERRY, R.; NUSSLY. Repellency of the biopesticide, azadirachtin, to wireworms (Coleoptera: Elateridae). **Florida Entomologist**, Annapolis, v. 93, n. 1, p. 52-55, 2010.
- COSTA, E. M.; TORRES, S. B.; FERREIRA, R. R.; SILVA, F. G.; ARAUJO, E. L. Extrato aquoso de sementes de nim no controle de *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) em meloeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 401-406, 2016.
- 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**, Annapolis, v. 39, p. 195-201, 2010.
- DEBASHRI, M.; TAMAL, M. A Review on efficacy of *Azadirachta indica* A. Juss based biopesticides: An Indian perspective. **Research Journal of Recent Sciences**, Indore, v. 1, n. 3, p. 94-99, 2012.
- DIMETRY, N. Z.; BARAKAT, A. A.; ABDALLA, E. F.; EL-METWALLY, H. E.; ABD EL-SALAM, A. M. E. Evaluation of two Neem seed kernel extracts against *Liriomyza trifolii* (Burg.) (Dipt. Agromyzidae). **Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz**, Berlin, v. 68, n. 2, p. 39-41, 1995.
- GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade do extrato aquoso de sementes de nim sobre *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em três formas de aplicação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n.1, p. 28-34, 2007.
- GUIMARÃES, J. A.; BRAGA SOBRINHO, R.; AZEVEDO, R.; ARAUJO, E.L; TERÃO, D.; MESQUITA, A. L. M. Manejo integrado de pragas do meloeiro. In: BRAGA SOBRINHO, R; GUIMARÃES, J. A.; FREITAS, J.A.D.; TERÃO, D. (org.). **Produção integrada de melão**. Fortaleza: Embrapa, 2008. p. 201-206.
- GUIMARÃES, J. A.; MICHEREFF FILHO, M.; OLIVEIRA, V. R.; LIZ, R. S.; ARAUJO, E. L. Biologia e manejo de mosca-minadora no meloeiro. **Circular Técnica 77 – Embrapa**, 2009.

HOSSAIN, M. B., POEHLING, H. M. Effects of a neem-based insecticide on different immature life stages of the leafminer *Liriomyza sativae* on tomato. **Phytoparasitica**, Dordrecht, v. 34, n. 4, p. 360-369, 2006.

HOSSAIN, M. B., POEHLING, H. M., THOMING, G., BORGEMEISTER, C. Effects of soil application of neem (NeemAzal® - U) on different life stages of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on tomato in the humid tropic. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 115, n. 2, p. 80-87, 2008.

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**, v. 55, n. 3, p. 187-195, 2009.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2015: culturas temporárias e permanentes**. Ministério do Planejamento - Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Rio de Janeiro, v. 42, p.1-57, 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2015/default_sidra.shtm>. Acesso em: 30 jul. 2017.

ISMAN, M. B. Perspective Botanical insecticides: for richer, for poorer. **Pest Management Science**, West Sussex, v. 64, p. 8–11, 2008.

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, v. 6, n. 1, p. 115-123, 2017.

KUMAR, P. Studies on loss of bio-efficacy of two indirect neem application over time (seed and soil) against *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) under semi-field conditions. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Suwon, v. 11, p. 185–190, 2008.

LIMA, A. C. C., COSTA, E. M., ARAUJO, E. L., MOLINA-RUGAMA, A. J., GODOY, M. S. Diagnóstico sobre o uso do MIP nas principais áreas produtoras de melão dos Estados do Rio Grande do Norte e Ceará. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 6, n. 2, p. 172-178, 2012.

MORDUE, A. J.; MORGAN, E. D.; NISBET, A. J. Azadirachtin, a natural product in insect control. In: LAWRENCE, I. G.; SARJEET, S. G. (org.). **Insect control: biological and synthetic agents**, Londres: Elsevier, p. 185-197, 2010.

MOREIRA, S. R.; MELO, A. M. T.; PURQUERIO, L. F. V.; TRANI, P. E.; NARITA, N. **Melão** (*Cucumis melo* L.). 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/melao/index.htm>. Acesso 26 jul. 2017.

MORGAN, E. D. Azadirachtin, a scientific gold mine. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, Oxford, v. 17, p. 4096-4105, 2009.

OGBUEWU, I. P.; ODOEMENAM, V. U.; OBINAONU, H. O.; OPARA, M. N.; EMENALOM, O. O.; UCHEGBU, M. C.; OKOLI, I. C.; ESONU, B. O.; ILOEJE, M. U. The growing importance of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) in agriculture, industry, medicine

and environment: A review. **Research Journal of Medicinal Plant**, v. 5, n. 3, p. 230-245, 2011.

PARRELLA, M. P. Biology of *Liriomyza*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.32, p. 201-224, 1987.

PRAKASH, A.; RAO, J.; NANDAGOPAL, V. Future of botanical pesticides in rice, wheat, pulses and vegetables pest management. **Journal of Biopesticides**, Tóquio, v. 1, n. 2, p. 154-169, 2008.

ROSELL, G., QUERO, C., COLL, J., GUERRERO, A. Biorational insecticides in pest management. **Journal of Pesticide Science**, Toquio, v. 33, n. 2, p. 103-121, 2008.

SALES JÚNIOR, R.; DANTAS F. F.; SALVIANO A. M.; NUNES G. H. S. Qualidade do melão exportado pelo porto de Natal-RN. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36. n. 1, p. 286-289, 2006.

SHIBERU, T.; GETU, E. Assessment of selected botanical extracts against *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) on tomato under glasshouse condition. **International Journal of Fauna and Biological Studies**, Nova Deli, v. 3, n. 1, p. 87-90, 2016.

SILVA, F. G.; COSTA, E. M.; FERREIRA, R. R.; SILVA, F. E. L.; ARAUJO, E. L. Óleo de nim aplicado via irrigação no controle da mosca-minadora em meloeiro. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 122-126, 2015.

SILVA, F. G.; COSTA, E. M.; FERREIRA, R. R.; SILVA, F. E. L.; ARAUJO, E. L. Efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de folhas de nim na mortalidade da mosca-minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). **Revista Agro@mbiente Online**, Boa Vista, v. 10, n. 4, p. 381-386, 2016.

TOMÉ, H. V. V.; MARTINS, J. C.; CORRÊA, A. S.; GALDINO, T. V. S.; PICANÇO, M. C.; GUEDES, R. N. C. Azadirachtin avoidance by larvae and adult females of the tomato leafminer *Tuta absoluta*. **Crop Protection**, Londres, v. 46, p. 63-69, 2013.

WEBB, R. E.; HINEBAUGH, M. A.; LINDQUIST, R. K.; JACOBSON, M. Evaluation of aqueous solution of neem seed extract against *Liriomyza sativae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 76, n. 2, p. 357-362, 1983.

YILDIRIM, E. M.; CIVELEK, H. S. Effects of different insect growth regulators (IGR) on the vegetable leafminer *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). **Fresenius Environmental Bulletin**, Freising, v. 19, n. 11, p. 2562-2566, 2010.

CAPÍTULO 2

EFEITO TRANSLAMINAR E SISTÊMICO DO EXTRATO AQUOSO DE SEMENTES DE NIM SOBRE A MOSCA-MINADORA EM MELOEIRO

RESUMO: O efeito dos extratos aquosos de sementes de nim (*Azadirachta indica*) sobre *Liriomyza sativae* em meloeiro foi testado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró-RN. Foram realizados dois experimentos. No primeiro, foram analisadas as mortalidades larval, pupal e total causadas na aplicação, via pulverização e via solo, do extrato aquoso de sementes de nim e do Azamax®, produto comercial à base do óleo de nim. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com sete tratamentos: controle, cinco concentrações do extrato de nim (2, 5, 10, 15 e 20 g. 100 mL⁻¹) e o Azamax®, com 20 repetições, cada uma correspondendo a uma planta de meloeiro com duas folhas infestadas por *L. sativae*. No segundo experimento, foi testada a letalidade do extrato na concentração de 5 g. 100 mL⁻¹, aplicado via pulverização e via solo, sobre os diferentes estádios larvais de *L. sativae*. Esse experimento também foi conduzido em DIC, com quatro tratamentos: controle e três estádios larvais de *L. sativae* (L₁, L₂ e L₃), com 20 repetições (planta de meloeiro infestada por *L. sativae*). Houve efeito translaminar e sistêmico dos extratos aquosos de sementes de nim e do Azamax® sobre a mortalidade *L. sativae* em meloeiro, com o incremento na mortalidade larval causado pelo aumento da concentração do extrato. Também ocorreu alta mortalidade pupal e total em ambos os métodos de aplicação. O extrato na concentração de 5 g.100 mL⁻¹ causou mortalidade significativa comparado ao controle em ambos os métodos de aplicação e todos estádios imaturos, porém foi mais efetivo quando pulverizado sobre larvas do primeiro ínstar. Concluiu-se que os produtos à base de nim têm efeito translaminar e sistêmico sobre a mortalidade de *L. sativae* em plantas de meloeiro, ocorrendo um incremento na mortalidade com o aumento das concentrações do extrato e, apesar de haver uma considerável mortalidade larval, os efeitos sobre a mortalidade são superiores na fase pupa. Também foi observada uma maior eficiência do extrato de sementes de nim no controle *L. sativae* nas concentrações superiores a 5 g. 100 mL⁻¹. Além disso, a aplicação do extrato via pulverização causa maior taxa de mortalidade do que a aplicação via solo, principalmente quando aplicada sobre larvas jovens do primeiro ínstar, e reduz nas aplicações sobre larvas mais desenvolvidas.

Palavras-chave: *Cucumis melo*. *Liriomyza sativae*. Estádios larvais. Extratos botânicos.

TRANSLAMINAR AND SYSTEMIC EFFECT OF AQUEOUS EXTRACTS OF NEEM SEEDS *Azadirachta indica* ON *Liriomyza sativae* IN MELON

ABSTRACT: The effect of the aqueous extracts of neem seeds (*Azadirachta indica*) on *Liriomyza sativae* in melon was tested in the Universidade Federal Rural do Semi-Árido, in Mossoró, RN. Two experiments were conducted. At first, we analyzed larval, pupal and total mortality caused by the application, via spraying or via soil, of aqueous extract of neem seeds and Azamax®, commercial product based on neem oil. The experiment was conducted in a completely randomized design (CRD) with seven treatments: control, five concentrations of neem extract (2, 5, 10, 15 and 20 g.100 mL⁻¹) and Azamax®, with 20 repetitions, each one corresponding to one melon plant with two leaves infested by *L. sativae*. In the second experiment, we tested lethality of the extract at 5 g.100 mL⁻¹, applied by spraying and via soil, on the different larval stages (L₁, L₂ and L₃) of *L. sativae*. This experiment was also conducted in CRD, with four treatments: control and three larval stages of *L. sativae* (L₁, L₂ and L₃), with 20 replicates (plant of melon infested by *L. sativae*). There was a translaminar and systemic effect of aqueous extracts of neem seeds and Azamax® on *L. sativae* mortality in melon, with an increase in larval mortality caused by increased concentration of the extract. There was also high pupal and total mortality in both application methods. The extract in the concentration of 5 g.100 mL⁻¹ caused significant mortality compared to the control, in all application methods and immature stages, but was more effective when sprayed on larvae of the first instar. It was concluded that neem-based products have a translaminar and systemic effect on *L. sativae* mortality in melon plants, with an increase in mortality due to the increase in extracts concentrations and, despite a significant larval mortality, effects on mortality are higher in the pupal phase. It was also observed a higher efficiency of neem seed extract in *L. sativae* control at concentrations up to 5 g. 100 mL⁻¹. In addition, the application of the spray extract causes a more mortality rate than the soil application, especially when applied to young larvae of the first instar, reducing it in applications on more developed larvae.

Keywords: *Cucumis melo*. *Liriomyza sativae*. . Larval stages. Botanical extracts.

1 INTRODUÇÃO

A mosca-minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) é uma das pragas chave da cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no Nordeste do Brasil, onde se concentram os maiores produtores e exportadores de melão (ARAUJO et al., 2013; IBGE, 2017). O ataque da mosca-minadora ao meloeiro ocasiona redução da área fotossintética da planta e, conseqüentemente, do teor de sólidos solúveis totais dos frutos, o que inviabiliza a comercialização da produção (ARAUJO et al., 2007a).

Diante do ataque dessa praga ao meloeiro, torna-se imprescindível a adoção de estratégias de controle, sendo o uso de inseticidas sintéticos o principal método utilizado (LIMA et al., 2012), existindo várias formulações registradas para essa praga nessa cultura (AGROFIT, 2017). Entretanto, o uso contínuo de inseticidas pode ocasionar a seleção de indivíduos resistentes, ressurgência de pragas, além de aumentar o risco de contaminação humana e ambiental (PRAKASH et al., 2008; GUIMARÃES et al., 2009; YILDIRIM; CIVELEK, 2010; DIMETRY et al., 2010; LIMA et al., 2012; SHIBERU; GETU, 2016).

A preocupação com o uso intensivo dos inseticidas sintéticos na agricultura tem provocado maior interesse em pesquisas visando à inclusão dos inseticidas botânicos no manejo de pragas (ROSELL et al., 2008; TOMÉ et al., 2013). Dessa forma, diversos inseticidas botânicos vêm sendo estudados, com destaque para os produtos derivados do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) (ISMAN, 2008). Vários tipos de derivados de nim foram avaliados e obtiveram resultados promissores no controle da mosca minadora em diversas culturas, tais como: tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) (HOSSAIN et al., 2008; HOSSAIM; POEHLING, 2009; YILDIRIM; CIVELEK, 2010; YILDIRIM, BASPINAR, 2012; RAI et al., 2013; GON et al., 2014; SURADKAR; UKEY, 2014), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) (DEQUECH et al., 2010; DEVKOTA et al., 2016; SHIBERU; GETU, 2016; KHORSHIDI et al., 2017), feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) (GANAPATHY et al., 2010), fava (*Vicia faba*) (DIMETRY et al., 2010; ABD EL-SALAM et al., 2013) e pepino (*Cucumis sativus*) (PAWAR; PATIL, 2013).

Existem poucos estudos sobre os efeitos da aplicação dos derivados no controle de *L. sativae* em meloeiro. Entretanto, recentemente foram realizados experimentos em laboratório relatando os efeitos do óleo, extratos aquosos de folhas e de sementes de nim sobre a mortalidade larval, pupal e total de *L. sativae*, com aplicação via pulverização e via solo.

Silva et al. (2015) relataram que o óleo de nim (Azamax®), aplicado no solo, causou baixa mortalidade larval e pupal, porém foi maior a mortalidade na fase de pupa como incremento na mortalidade na medida em que aumentou a concentração do produto, chegando a 49,8% de mortalidade pupal na maior concentração testada (10 mL. L⁻¹).

Costa et al. (2016) avaliaram o efeito da pulverização do extrato aquoso de sementes de nim aplicado sobre *L. sativae* em meloeiro, observando alta mortalidade. Também foi constatado o incremento da mortalidade com o aumento da concentração do extrato, ocorrendo mortalidade larval de 90% e pupal de 100% na concentração de 20 g. 100 mL⁻¹. Outro estudo observou os efeitos do extrato aquoso de folhas de nim, aplicado via pulverização e via solo, registrando relação positiva entre a concentração dos extratos e a mortalidade larval e pupal em ambos os métodos de aplicação e, mesmo sendo registradas baixas taxas de mortalidade, o extrato de folhas apresentou maior efeito sobre pupas, causando mortalidade de 65,1% na aplicação via pulverização e 47,8% na aplicação via solo na maior concentração testada (12,5 g. 100 mL⁻¹) (SILVA et al., 2016).

Apesar das importantes contribuições citadas, ainda existem lacunas no conhecimento sobre a influência do modo de aplicação do extrato de sementes de nim na mortalidade de larvas da mosca-minadora, especialmente sobre os diferentes estádios larvais de *L. sativae* em meloeiro. Portanto, os objetivos deste trabalho foram: 1) avaliar a ação de diferentes concentrações de extrato aquoso de sementes de nim sobre *L. sativae* em meloeiro sob duas formas de aplicação, via pulverização e aplicação via solo; 2) avaliar o efeito do extrato aquoso de sementes de nim na mortalidade dos diferentes estádios de desenvolvimento larval de *L. sativae*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 População de *L. sativae*

Foram utilizados insetos provenientes da criação de mosca-minadora *L. sativae* do Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), que segue a metodologia recomendada por Araujo et al. (2007b).

2.2 Produção e infestação das plantas de meloeiro

As sementes de melão amarelo (cv. Iracema) foram plantadas em bandejas de polietileno com 162 células. Aos 10 dias após o plantio (DAP), as plântulas foram transplantadas para recipientes plásticos com volume de 500 mL, contendo como substrato fibra de coco e matéria orgânica (proporção 3:1). As plantas foram mantidas em casa de vegetação até apresentarem duas folhas desenvolvidas (20 DAP). Em seguida, as plantas foram levadas ao laboratório e submetidas à infestação da mosca-minadora, em gaiolas (0,5 m x 0,5 m x 0,5 m) revestidas com tela antiáfídeo, por um período de 20 minutos. Cada gaiola continha em média 150 casais com idade entre cinco e 10 dias de vida, havendo infestação média de $20,15 \pm 1,25$ larvas por folha. Após a infestação, as plantas foram levadas de volta para casa de vegetação, onde permaneceram por 72 horas, período necessário à eclosão dos ovos e início da formação das minas/galerias nas folhas.

2.3 Preparo do extrato aquoso de sementes de nim

Os extratos foram preparados com sementes provenientes de frutos maduros de *A. indica* coletados em plantas existentes no campus da UFERSA, em Mossoró (S 5°12' 7,0" e W 37°19'35,0" e 37m de altitude). Para a padronização na coleta dos frutos, eles foram coletados diretamente da planta de *A. indica* e selecionados os totalmente maduros, com casca totalmente amarela e lisa, sem manchas e sem rugas, para que fossem utilizadas sementes de frutos no mesmo estágio fenológico (Figura 1- frutos do tipo 5). Foi realizado o processamento dos frutos com a retirada da casca e da polpa. Com o auxílio de peneira, as sementes obtidas foram colocadas para secar, entre folhas de papel jornal, à sombra e em temperatura ambiente ($25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$) por um período de dez dias. Após esse período, as sementes foram trituradas em liquidificador até que fosse obtido um pó fino e seco.

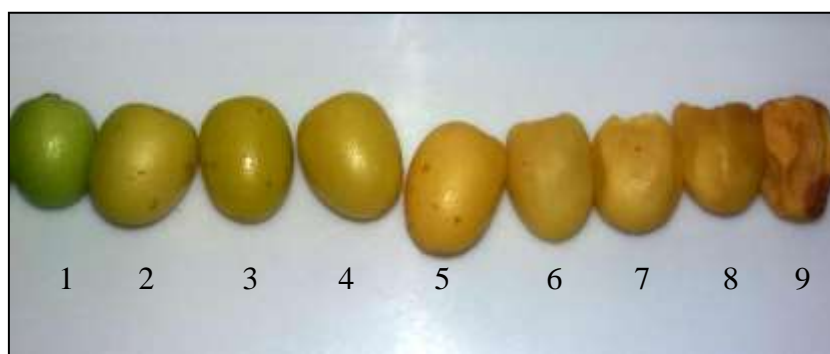


Figura 1 – Escala usada como critério de seleção dos frutos para obtenção das sementes que foram utilizadas na produção dos extratos aquosos de nim.

Para obtenção das concentrações a serem testadas, o pó foi diluído em água destilada nas concentrações de 2, 5, 10, 15 e 20 g.100 mL⁻¹ (m/V de solução), sendo mantidos em repouso por 24 horas em local escuro, para evitar a degradação e permitir a extração dos princípios bioativos com efeitos inseticidas (COSTA et al., 2016). Antes da aplicação, os extratos foram devidamente filtrados em tecido *voil*. Além dos extratos aquosos, foi avaliado o efeito do óleo comercial de nim Azamax® na dose de 300 mL.100 L⁻¹, máxima recomendada para o controle de pragas na cultura do meloeiro (AGROFIT, 2017). O tratamento controle foi constituído por água destilada.

2.4 Efeito do extrato aquoso de sementes de nim sobre *L. sativae*

2.4.1 Ação da aplicação via pulverização

Para avaliação do efeito translaminar dos tratamentos, cerca de 72h após a infestação foi contabilizado o número de larvas por folha. Para evitar o contato e a infiltração dos extratos no solo e, conseqüentemente, a interferência do efeito sistêmico através da absorção pelas raízes, realizou-se a cobertura do solo com para-filme. Em seguida, se procedeu à aplicação dos tratamentos com o auxílio de pulverizador manual, sobre a superfície adaxial das folhas infestadas. Após a aplicação, as plantas foram mantidas por 72 horas em casa de vegetação. Após esse período, as duas folhas infestadas foram cortadas pelo pecíolo e acondicionadas em potes plásticos com água. Os potes foram mantidos sobre pratos plásticos, para a saída das larvas e formação das pupas. Após cinco dias, os pupários retidos nos pratos foram coletados, contabilizados e colocados em placas de Petri devidamente cobertas com plástico filme, onde permaneceram até a emergência dos adultos. Com os dados coletados, foram calculadas as taxas de mortalidade larval (L), pupal (P) e total (T) por meio das respectivas fórmulas: $L (\%) = [(\text{número total de larvas} - \text{número de larvas emergidas}) / \text{número total de larvas}] \times 100$; $P (\%) = [(\text{número de pupários} - \text{número de adultos emergidos}) / \text{número de pupários}] \times 100$; $T [(%) = (\text{número total de larvas} - \text{número de adultos emergidos}) / \text{número total de larvas}] \times 100$.

2.4.2 Ação da aplicação via solo

Foram repetidos os mesmos procedimentos descritos no experimento sobre a ação translaminar, modificando-se apenas o método de aplicação. Adotou-se uma só aplicação com um volume de 50 mL dos respectivos tratamentos no solo próximo ao colo da planta, com o auxílio de copo Becker graduado.

2.5 Efeito do extrato aquoso de nim sobre os diferentes estádios larvais de *L. sativae*

2.5.1 Ação da aplicação via pulverização

Antes da aplicação dos extratos sobre os estádios larvais, foi realizado um *screening* de doses, onde se verificou que a concentração de 5 g.100 mL⁻¹ foi a menor concentração que causou 100% mortalidade de *L. sativae* nas duas formas de aplicação, via solo e pulverizado. Posteriormente, foi realizada a pulverização do extrato aquoso de sementes de nim na concentração de 5 g.100 mL⁻¹ sobre plantas com 20 DAP contendo larvas do 1º (L1), 2º (L2) e 3º (L3) ínstar. Procedeu-se à contagem de larvas, pupas e adultos, para determinação das taxas de mortalidade larval (L), pupal (P) e total (T) causada pelo extrato aquoso de nim quando aplicado nos diferentes ínstars larvais.

2.5.1 Ação da aplicação via solo

Foram realizados os mesmos procedimentos da aplicação via pulverização, porém alterando-se para a aplicação via solo. Dessa forma, foi aplicado um volume de 50 mL de extrato aquoso de sementes de nim na concentração de 5 g.100 mL⁻¹ no solo, com o auxílio de copo graduado, próximo ao colo das plantas de meloeiro com 20 DAP, contendo larvas do 1º (L1), 2º (L2) e 3º (L3) ínstar. Também foram repetidos os procedimentos de contagem.

2.6 Delineamento experimental e tratamentos

Os experimentos da ação translaminar e sistêmica dos extratos aquosos de sementes de nim sobre *L. sativae* em meloeiro foram conduzidos adotando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com sete tratamentos (testemunha absoluta H₂O + cinco

concentrações do extrato de sementes de nim: 2, 5, 10, 15 e 20 g.100 mL⁻¹ + Azamax®: 0,3 mL. 100 mL⁻¹) com 20 repetições. Cada repetição correspondeu a uma planta de meloeiro com as duas primeiras folhas definitivas infestadas.

A ação dos extratos sobre os ínstaes larvais, quando pulverizados ou aplicados no solo, foi realizado em DIC com quatro tratamentos (uma testemunha e três tratamentos, ínstaes larvais: L₁, L₂ e L₃) e 20 repetições, cada uma representada por uma planta de meloeiro com 20 DAP, com as duas primeiras folhas definitivas infestadas por *L. sativae* nos respectivos ínstaes.

2.7 Análises estatísticas

Os dados foram tabulados e as médias submetidas ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk ($\alpha=5\%$). Não havendo normalidade, foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de significância com o auxílio do *software* Assistat versão 7.7 pt compilação 01.01.2017 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

3 RESULTADOS

3.1 Efeito do extrato aquoso de nim sobre *L. sativae*

3.1.1 Ação da aplicação via pulverização

A aplicação dos extratos aquosos de sementes de nim via pulverização causou efeito translinear significativo sobre *L. sativae* em plantas de meloeiro (Kruskal-Wallis, $p<0,05$) (Tabela 1). Todas as concentrações do extrato de nim testadas apresentaram efeito significativo sobre a mortalidade larval, diferindo estatisticamente do tratamento controle ($4,91\pm 0,42$). Houve incremento na mortalidade larval com o aumento da concentração dos extratos e a maior mortalidade foi observada na concentração de 20 g.100 mL⁻¹ ($81,80\%\pm 2,47$). Contudo, não houve diferença estatística entre a mortalidade causada pelo extrato na concentração de 2 g.100 mL⁻¹ ($32,44\pm 3,31$) e o Azamax® ($18,35\pm 1,98$).

O extrato aquoso de nim causou mortalidade pupal elevada a partir da menor concentração de 2 g.100 mL⁻¹ ($99,66\pm 0,15$), alcançando 100% a partir de 5 g.100 mL⁻¹ e não diferiu estatisticamente do Azamax® ($99,73\pm 0,18$) (Tabela 1). Resposta semelhante foi

observada com relação à mortalidade total, onde os extratos de nim e o Azamax® causaram mortalidade próxima de 100% e foram estatisticamente superiores ao tratamento controle ($9,80 \pm 0,87$).

Tabela 1. Efeito da aplicação via pulverização do extrato aquoso de sementes de *A. indica* na mortalidade de *L. sativae* em meloeiro.

Tratamentos	Concentração	Média (\pm EP) % MORTALIDADE*		
		L	P	T
Controle	Água destilada	4,91 \pm 0,42a	5,14 \pm 0,82a	9,80 \pm 0,87a
Azamax®	0,3 mL. 100 mL ⁻¹	18,35 \pm 1,98ab	99,73 \pm 0,18b	99,75 \pm 0,16b
Extrato	2 g. 100 mL ⁻¹	32,44 \pm 3,31bc	99,66 \pm 0,15b	99,78 \pm 0,16b
Extrato	5 g. 100 mL ⁻¹	46,28 \pm 2,87cd	100,00 \pm 0,00b	100,00 \pm 0,00b
Extrato	10 g. 100 mL ⁻¹	60,33 \pm 4,47cde	100,00 \pm 0,00b	100,00 \pm 0,00b
Extrato	15 g. 100 mL ⁻¹	75,81 \pm 4,03de	100,00 \pm 0,00b	100,00 \pm 0,00b
Extrato	20 g. 100 mL ⁻¹	81,80 \pm 2,47e	100,00 \pm 0,00b	100,00 \pm 0,00b

* Mortalidade larval (L), pupal (P), total (T), médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

3.1.2 Ação da aplicação via solo

Nas aplicações dos extratos no solo, houve relação positiva entre o aumento da concentração e a mortalidade larval, porém não houve diferença significativa entre as concentrações de 2 e 5 g.100 mL⁻¹ (35,84 \pm 5,60 e 42,42 \pm 6,46, respectivamente) e o controle (4,67 \pm 0,39) (Tabela 2). No entanto, as concentrações mais elevadas do extrato, 10, 15 e 20 g.100 mL⁻¹, e o Azamax® causaram mortalidade larval significativamente superior, com taxas de 73,54 \pm 4,00, 94,64 \pm 1,41, 100,00 \pm 0,00 e 70,17 \pm 3,88, respectivamente.

Na mortalidade pupal e total, houve diferença significativa de todos os tratamentos quando comparados ao controle, mas não houve diferença estatística entre o extrato na concentração de 2 g.100 mL⁻¹ (P= 68,19 \pm 5,06; T= 81,34 \pm 2,99) e o Azamax® (P=66,76 \pm 6,21; T= 88,99 \pm 2,24). A mortalidade pupal e total foi estatisticamente superior às demais nas concentrações de 5 (P= 98,44 \pm 0,70 e T= 100,00 \pm 0,00), 10 e 15g.100mL⁻¹ (P e T= 100,00 \pm 0,00).

Tabela 2. Efeito da aplicação via solo do extrato aquoso de sementes de *A. indica* na mortalidade de *L. sativae* em meloeiro.

Tratamentos	Concentração	Média (\pm EP) % MORTALIDADE*		
		L	P	T
Controle	Água destilada	4,67 \pm 0,39a	5,12 \pm 0,84a	9,56 \pm 0,83a
Azamax®	0,3 mL. 100 mL ⁻¹	70,17 \pm 3,88bc	66,76 \pm 6,21b	88,99 \pm 2,24b
Extrato	2 g. 100 mL ⁻¹	35,84 \pm 5,60ab	68,19 \pm 5,06b	81,34 \pm 2,99b
Extrato	5 g. 100 mL ⁻¹	42,42 \pm 6,46ab	98,44 \pm 0,70c	99,28 \pm 0,33c
Extrato	10 g. 100 mL ⁻¹	73,54 \pm 4,00bc	100,00 \pm 0,00c	100,00 \pm 0,00c
Extrato	15 g. 100mL ⁻¹	94,64 \pm 1,41cd	100,00 \pm 0,00c	100,00 \pm 0,00c
Extrato	20 g. 100 mL ⁻¹	100,00 \pm 0,00d	-	100,00 \pm 0,00c

*Mortalidade larval (L), pupal (P), total (T), médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis (P<0,05).

3. 2 Efeito do extrato aquoso de nim sobre os diferentes ínstares larvais de *L. sativae*

3.2.1 Ação da aplicação via pulverização

A pulverização do extrato na concentração de 5g.10mL⁻¹ apresentou diferença estatística na mortalidade larval, pupal e total de *L. sativae* nos três estádios larvais quando comparada ao controle (Tabela 3). A mortalidade de larvas foi estatisticamente superior quando a pulverização foi realizada sob larvas do 1º ínstar (87,71 \pm 2,27) quando comparado com o 2º e 3º ínstares (70,55 \pm 3,93 e 62,28 \pm 3,04, respectivamente). Na mortalidade pupal e total, não houve diferença significativa entre os ínstares, com destaque para a aplicação sob o 1º ínstar, que causou 100% de mortalidade pupal e total.

Tabela 3. Efeito da aplicação via pulverização do extrato aquoso de sementes de *A. indica* sobre os diferentes estádios larvais de *L. sativae* em plantas de meloeiro.

Estádio	Média (\pm EP) % MORTALIDADE		
	L*	P*	T*
L ₁	87,71 \pm 2,27c	100,00 \pm 0,00b	100,00 \pm 0,00b
L ₂	70,55 \pm 3,93b	96,67 \pm 2,81b	97,60 \pm 2,14b
L ₃	62,28 \pm 3,04b	99,78 \pm 0,22b	99,90 \pm 0,10b
Controle	2,47 \pm 1,41a	7,04 \pm 1,68a	9,48 \pm 0,80a

*Mortalidade larval (L), pupal (P) e total (T), médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis (P<0,05).

- Larva de 1º ínstar (L₁); Larva de 2º ínstar (L₂); Larva de 3º ínstar (L₃).

3.2.2 Ação da aplicação via solo

O extrato aplicado no solo ($5,0 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$) causou baixa taxa de mortalidade larval quando aplicado sobre larvas do 1º, 2º e 3º ínstaes, com taxas de mortalidade de $15,40 \pm 2,13$, $20,07 \pm 3,34$ e $21,52 \pm 3,90$, respectivamente, não havendo diferença estatística entre eles. Porém, todas as aplicações foram diferentes estatisticamente do controle ($2,78 \pm 1,37$), que não recebeu a aplicação o extrato (Tabela 4). Além disso, houve diferença estatística para mortalidade pupal e total das aplicações do extrato sobre os ínstaes larvais com relação ao controle, com maiores taxas de mortalidade nas aplicações sobre larvas do 1º e 2º ínstaes ($P=89,56 \pm 2,52$; $T=92,39 \pm 1,40$ e $P=86,54 \pm 2,18$; $T=89,68 \pm 1,89$, respectivamente), mas quando aplicados nas larvas do 3º ínstar a mortalidade pupal e total foi menor ($P=76,75 \pm 2,59$ e $T=79,93 \pm 2,41$).

Tabela 4. Efeito da aplicação via solo do extrato aquoso de sementes de *A. indica* sobre os diferentes estádios larvais de *L. sativae* em plantas de meloeiro.

Estádio	Média (\pm EP) % MORTALIDADE		
	L*	P*	T*
L ₁	$20,07 \pm 3,34$ b	$89,56 \pm 2,52$ c	$92,39 \pm 1,40$ c
L ₂	$21,52 \pm 3,90$ b	$86,54 \pm 2,18$ bc	$89,68 \pm 1,89$ c
L ₃	$15,40 \pm 2,13$ b	$76,75 \pm 2,59$ b	$79,93 \pm 2,41$ b
Controle	$2,78 \pm 1,37$ a	$7,05 \pm 1,69$ a	$9,76 \pm 0,99$ a

*Mortalidade larval (L), pupal (P) e total (T), médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

- Larva de 1º ínstar (L₁); Larva de 2º ínstar (L₂); Larva de 3º ínstar (L₃).

4 DISCUSSÃO

4.1 Efeito do extrato aquoso de nim sobre *L. sativae*

4.1.1 Ação da aplicação via pulverização

Os compostos inseticidas presentes no extrato aquoso de sementes de nim apresentaram efeito translaminar. A aplicação via pulverização causou a morte de larvas de *L. sativae* em meloeiro mesmo na menor concentração testada ($2 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$). Houve incremento na mortalidade com o aumento da concentração do extrato e a maior concentração ($20 \text{ g} \cdot 100$

mL⁻¹) provocou a maior mortalidade larval. Também foi observada alta eficiência de mortalidade pupal e total, pois a maior parte dos insetos que sobreviveram na fase larval morreu na fase de pupa, ocorrendo baixa emergência de adultos, mesmo nas menores doses testadas.

A eficiência na mortalidade de larvas é uma qualidade desejada nos inseticidas para o controle de insetos minadores (WEBB et al., 1983; GONÇALVES-GERVÁSIO; VENDRAMIM, 2007), já que é nessa fase que causam o dano à cultura (GUIMARÃES et al., 2009; ARAUJO et al., 2013). Estudos anteriores destacam que a concentração influencia na eficácia e modo de ação dos compostos de nim, principalmente em condições de laboratório (GAHUKAR, 2014).

Extratos e produtos formulados à base de nim têm ocasionado mortalidade em larvas de insetos minadores, por exemplo, na aplicação do extrato sementes de nim sobre imaturos de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). Em tomateiro, as concentrações de 0,5; 1 e 5% provocaram mortalidade de 57,0; 96,8 e 100% de mortalidade (GONÇALVES-GERVÁSIO; VENDRAMIM, 2007). O NeemAzal T/S aplicado sobre *L. sativae* em tomateiro, em condições de casa de vegetação, registrou um aumento de 75,87% para 100% na mortalidade de larvas como o aumento da concentração de 5 para 10 mL.L⁻¹, infestado 24 horas após a aplicação (HOSSAIN; POEHLING, 2009). Além disso, existem relatos do incremento da mortalidade de larvas de *L. sativae* com o aumento da dose do extrato aquoso de nim em meloeiro, com as concentrações de 1 a 20 g.100 mL⁻¹ e a mortalidade larval variando de 19,9 a 91,8% (COSTA et al., 2016).

Porém, resultados de experimentos com o uso de óleo de nim são controversos. Em experimentos com dois produtos comerciais (Margosan-O e Neem-Azal-S), pulverizados sobre *L. trifolii* em feijoeiro, o Neem-Azal-S causou uma mortalidade larval moderada (45,3%) em alta concentração (2%) e o Margosan-O não causou mortalidade significativa de larvas em nenhuma das concentrações utilizadas (DIMETRY et al., 1995). Por outro lado, testes de campo com pulverização do óleo de nim (1%) sobre *L. trifolii* em tomateiro reduziu o dano nas folhas e aumentou a produção de frutos (18,78 t. ha⁻¹), significativamente superior ao tratamento controle (9,52 t. ha⁻¹) (WANKHEDE et al., 2007). Em dois diferentes estudos, o NeemAzal®-T/S aplicado *L. sativae* e *L. trifolii* em tomateiro causou alta mortalidade de larvas (HOSSAIN; POEHLING, 2009; YILDIRIM; BASPINAR, 2012). Os diferentes resultados podem ter sido influenciados por diversos fatores, entre os quais: a concentração do produto, o teor de azadiractina em cada produto, as condições ambientais e o momento da

aplicação (GAHUKAR, 2014). Estudos relatam a maior eficácia da pulverização dos derivados de nim sobre pupas do que larvas, devido à interferência da azadiractina na metamorfose do inseto (HOSSAIN; POEHLING, 2006; YILDIRIM; CIVELEK, 2010; COSTA et al., 2016). Experimentos semelhantes observaram o efeito da pulverização com óleo de nim (Neem Azal-S e Margosan-O) em concentrações de 1 e 2% causando baixa emergência de adultos de *Liriomiza trifolii* em feijoeiro (DIMETRY et al., 1995). Essa alta mortalidade pupal e total possivelmente tem relação com a ingestão e o acúmulo de azadiractina na fase larval, que apresenta efeito tóxico na fase de pupa (IRIGARAY et al., 2010).

O Azamax® na concentração recomendada (300 mL.100 L⁻¹ ou 0,3%) proporcionou baixa mortalidade larval quando comparado com o extrato nas concentrações acima de 5 g. 100 mL⁻¹, porém não houve diferença significativa na mortalidade pupal e total, mostrando maior ação sobre pupas devido à azadiractina, princípio ativo desses produtos, apresentar maior eficiência sobre pupas (HOSSAIN et al., 2008; PINEDA et al., 2009; OGBUEWU et al., 2011).

4.1.2 Ação da aplicação via solo

A aplicação dos extratos no solo causou baixa mortalidade de larvas de *L. sativae* nas menores concentrações testadas (2 e 5 g.100 mL⁻¹), mas nas maiores concentrações (10, 15 e 20 g.100 mL⁻¹) e com o Azamax® houve nítido efeito sistêmico e alta mortalidade. A ingestão de extratos de sementes de nim a partir da concentração de 5 g.100 mL⁻¹ causou elevada mortalidade pupal e total (~100%), onde a maioria das larvas sobreviventes na fase de larva, morreu na fase de pupa. Essa resposta foi observada nos dois métodos de aplicação testados. A mortalidade pupal e total foi significativa para o Azamax® e todas as concentrações dos extratos, que resultaram em aproximadamente 100% de mortalidade a partir da dose de 5g.100 mL⁻¹; na dose de 2 g.100 mL⁻¹, observa-se a formação de pupas, mas ocorre baixa emergência de adultos.

Diversos estudos demonstram a ação sistêmica dos extratos de sementes de nim e corroboram com esses resultados. Numa das primeiras pesquisas com extratos etanoicos de sementes de nim (0,4%) aplicados no solo, foi constatada mortalidade larval 84% e 95% de *L. trifolii* em crisântemo e diminuição na alimentação das larvas sobreviventes (LAREW et al., 1985). Também foi observada a ação sistêmica dos extratos de sementes de nim sobre *T.*

absoluta em tomateiro. Em condições de semi-campo, os compostos inseticidas presentes nos extratos foram capazes de atingir as larvas na parte aérea do tomateiro, aumentando a mortalidade larval de 48,3-100% com o aumento da concentração de 0,5-10,0% e também causam mortalidade significativa de ninfas de *Bemisia tabaci* biotipo B (BALDIN et al., 2007; GONÇALVES-GERVÁSIO; VENDRAMIM, 2007).

Os produtos comerciais à base de óleo de nim aplicados via solo também têm apresentado ação sistêmica sobre *L. sativae*. Hossain et al. (2008) testaram o NeemAzal®-U aplicado no solo sobre *L. sativae* em tomateiro, observando mortalidade significativa de larvas, chegando a 100% nas concentrações de 2,25 e 3 g.L⁻¹ aplicado 1 dia após a infestação. Esse efeito foi diminuído na medida em que houve redução da concentração e com o aumento do intervalo de aplicação após a infestação, de modo que aos cinco dias atingiu baixas taxas (36,04%) na concentração de 0,75 g.L⁻¹. Silva et al. (2016) verificaram que a aplicação no solo do Azamax® na maior concentração testada (1% ou 1 mL. 100 mL⁻¹) provocou mortalidade de 35,7% das larvas de *L. sativae* em meloeiro.

Resultados semelhantes aos constatados no presente estudo foram relatados por Costa et al. (2016), que testaram diversas concentrações de extratos de sementes de nim pulverizado sobre larvas de *L. sativae* em meloeiro e na concentração de 5 g.100 mL⁻¹ registraram mortalidade larval de 50,1% e pupal de 99,4%. Estudos demonstram que extratos em concentrações elevadas causam alta mortalidade larval, mas em menores concentrações têm baixa letalidade, porém, mesmo em baixa concentração causa mortalidade na fase de pupa, isso está relacionado com o efeito fisiológico da azadiractina atuando como antagonista hormonal nessa fase, o que afeta diretamente a metamorfose do inseto (HOSSAIN et al., 2008; PINEDA et al., 2009; OGBUEWU et al., 2011). As pesquisas com bioinseticidas visam principalmente a encontrar produtos com eficiência compatível com os produtos sintéticos, que possam ser integrados ao manejo da praga e que tenham viabilidade econômica.

4.2 Efeito do extrato aquoso de nim sobre os diferentes estádios larvais de *L. sativae*

4.2.1 Ação da aplicação via pulverização

Os extratos aquosos e o óleo de nim quando pulverizados causaram alta mortalidade de larvas da mosca-minadora, próxima a 100%, independentemente do ínstar aplicado, porém foi maior quando pulverizado sob larvas de 1º ínstar. A mortalidade pupal e total foi elevada

independentemente do estágio imaturo em que foi realizada a aplicação. Outros estudos com derivados de nim corroboram com esses resultados e demonstram maior susceptibilidade de larvas jovens à ação dos compostos tóxicos do nim (HOSSAIN et al., 2008; IRIGARAY et al., 2010; SHARMA et al., 2014). Atribui-se a maior toxicidade dos derivados de nim na fase de pupa à ação da azadiractina, principalmente por reduzir a alimentação, interferir na ação hormonal, retardar desenvolvimento e prejudicar a metamorfose na fase de pupa (PRAKASH et al., 2008; CORREIA et al., 2009, IRIGARAY et al., 2010).

4.2.2 Ação da aplicação via solo

Com relação a insetos minadores, se espera que os inseticidas possam impedir o dano causado pela larva, mas a aplicação dos extratos via solo causou baixa mortalidade larval, porém pode-se observar maior efeito na aplicação sobre larvas jovens do 1º e 2º ínstar. Por outro lado, a mortalidade pupal e total foi elevada, o que mostra que os insetos que sobreviveram à ação dos compostos tóxicos dos extratos na fase de larva foram afetadas na fase de pupa. Pesquisa semelhante realizada em tomateiro, em casa de vegetação, constatou que a aplicação de NeemAzal® no solo afetou a sobrevivência das larvas, causando maior mortalidade no 1º ínstar, independentemente da concentração aplicada (HOSSAIN et al., 2008). Em estudos com aplicação de NeemAzal T/S (4% v/v) sobre *L. sativae*, também em tomateiro, foi observado que os compostos do nim apresentam maior efeito sobre pupas do que larvas (YILDIRIM; CIVELEK, 2010). Atribui-se esse fenômeno à ação da azadiractina, ingrediente com maior atividade tóxica, que possui efeito fisiológico e, em altas concentrações, pode interromper a ecdise e seu modo de ação depende da ingestão (HOSSAIM et al., 2008; CORREIA et al., 2009).

O extrato aquoso de sementes de nim demonstrou potencial para integrar no manejo da mosca-minadora no cultivo do meloeiro, porém há necessidade de estudos complementares com relação ao efeito residual, eficiência em condições de semi-campo e campo, integração com outros métodos de controle e impactos sobre insetos benéficos associados à cultura do meloeiro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os produtos à base de nim têm efeito translaminar e sistêmico sobre a mortalidade de *L. sativae* em plantas de meloeiro. A mortalidade da mosca-minadora na fase de larva sofre um incremento com o aumento da concentração do extrato, mas seus efeitos ficam evidentes na fase de pupa.

Em condições de laboratório, a eficiência do extrato de sementes de nim no controle *L. sativae* foi maior nas concentrações superiores a 5 g. 100 mL⁻¹. Além disso, a aplicação do extrato via pulverização causa maior taxa de mortalidade do que a aplicação via solo, principalmente quando aplicada sobre larvas jovens do 1º ínstar. apresentando menor mortalidade quando aplicadas sobre larvas mais desenvolvidas do 2º e 3º ínstars.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.
- ABD EL-SALAM, A. M. E.; SALEM, H. A.; SALEM, S. A. Biocontrol agents against the leafminer, *Liriomyza trifolii* in faba bean fields. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, p. 1-7, 2013.
- AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 25 jan. 2017.
- ARAUJO, E. L.; FERNANDES, D. R. R.; GEREMIAS, L. D.; NETTO, A. C. M.; FILGUEIRA, M. A. Mosca-minadora associada à cultura do meloeiro no Semi-Árido do Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 210-212, 2007a.
- 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, v. 2, n. 1, p. 22-26, 2007b.
- 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, v. 43, n. 4, p. 579-582, 2013.
- BALDIN, E. L. L.; SOUZA, D. R.; SOUZA, E. S.; BENEDUZZI, R. A. Controle de mosca-branca com extratos vegetais, em tomateiro cultivado em casa-de-vegetação. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 25, p. 602-606, 2007.
- CORREIA, A. A.; WANDERLEY-TEIXEIRA, V.; TEIXEIRA, A. A. C.; OLIVEIRA, J. V.; TORRES, J. B. Morfologia do canal alimentar de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas tratadas com nim. **Neotropical Entomology**, Santo Antônio de Goiás, v. 38, n. 1, p. 83-91, 2009.
- COSTA, E. M.; TORRES, S. B.; FERREIRA, R. R.; SILVA, F. G.; ARAUJO, E. L. Extrato aquoso de sementes de nim no controle de *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) em meloeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 401-406, 2016.
- DEVKOTA, S.; SEAL, D. R.; LIBURD, O. E. FERGUSON, S.; WADDILL, C. T.; MARTIN, C. G. Responses of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to chemical and biorational insecticides. **Florida Entomologist**, Annapolis, v. 99, n. 4, p. 616-623, 2016.
- DEQUECH, S. T. B.; STURZA, V. S.; RIBEIRO, L. P.; SAUSEN, C. D.; EGEWARTH, R.; MILANI, M.; SCHIRMAN, J. Inseticidas botânicos sobre *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) e seus parasitoides em feijão-de-vagem cultivado em estufa. **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 37-43, 2010.
- DIMETRY, N. Z.; BARAKAT, A. A.; ABDALLA, E. F.; EL-METWALLY, H. E.; ABD EL-SALAM, A. M. E. Evaluation of two Neem seed kernel extracts against *Liriomyza trifolii*

(Burg.) (Dipt. Agromyzidae). **Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz**, Berlin, v. 68, n. 2, p. 39-41, 1995.

DIMETRY, N. Z.; ABD EL-SALAM; A. M. E.; EL-HAWARY, F. M. A. Importance of plant extract formulations in managing different pests attacking beans in new reclaimed area and under storage conditions. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 43, n. 7, p. 700–711, 2010.

GAHUKAR, R. T. Factors affecting content and bioefficacy of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) phytochemicals used in agricultural pest control: A review. **Crop Protection**, Londres, v. 62, p. 93-99, 2014.

GANAPATHY, N.; DURAIRAJ, C.; KARUPPUCHAMY, K. Bio-ecology and management of serpentine leaf miner, *Liriomyza trifolii* (Burgess) in cowpea. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, Dharwad, v. 23, n. 1, p. 159-160, 2010.

GON, D. A; TOSCANO, L. C.; CATALANI, G. C.; DIAS, P. M. Uso de extrato de nim no controle das pragas na cultura do tomate. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 8, n. 5, p. 67-72, 2014.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade do extrato aquoso de sementes de nim sobre *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em três formas de aplicação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 28-34, 2007.

GUIMARÃES, J. A.; MICHEREFF FILHO, M.; OLIVEIRA, V. R.; LIZ, R. S.; ARAUJO, E. L. Biologia e manejo de mosca-minadora no meloeiro. **Circular Técnica 77 – Embrapa**, 2009.

HOSSAIN, M. B., POEHLING, H. M. Effects of a neem-based insecticide on different immature life stages of the leafminer *Liriomyza sativae* on tomato. **Phytoparasitica**, Dordrecht, v. 34, n. 4, p. 360-369, 2006.

HOSSAIN, M. B., POEHLING, H. M., THOMING, G., BORGEMEISTER, C. Effects of soil application of neem (NeemAzal® - U) on different life stages of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on tomato in the humid tropic. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 115, n. 2, p. 80-87, 2008.

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**, v. 55, n. 3, p. 187-195, 2009.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2015: culturas temporárias e permanentes**. Ministério do Planejamento - Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Rio de Janeiro, v. 42, p. 1-57, 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2015/default_sidra.shtm>. Acesso em: 30 jul. 2017.

IRIGARAY, F. J.; MORENO-GRIJALBA, F.; MARCO, V.; PÉREZ-MORENO, I. Acute and reproductive effects of Align®, an insecticide containing azadirachtin, on the grape berry moth, *Lobesia botrana*. **Journal of Insect Science**, Madison, v. 10, n. 33, p. 1-11, 2010.

- ISMAN, M. B. Perspective Botanical insecticides: for richer, for poorer. **Pest Management Science**, West Sussex, v. 64, p. 8–11, 2008.
- 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, v. 6, n. 1, p. 115-123, 2017.
- LAREW, H. G.; KNODEL-MONTZ, J. J.; WEBB, R. E.; WARTHEN, J. D. *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) control on Chrysanthemum by neem seed extract applied to soil. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 78, n. 1, p. 80-84, 1985.
- LIMA, A. C. C.; COSTA, E. M.; ARAUJO, E. L.; RUGAMA, A. J. M.; GODOY, M. S. Diagnóstico sobre o uso do MIP nas principais áreas produtoras de melão dos Estados do Rio Grande do Norte e Ceará. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 6, n. 2, p. 172-178, 2012.
- OGBUEWU, I. P.; ODOEMENAM, V. U.; OBINAONU, H. O.; OPARA, M. N.; EMENALOM, O. O.; UCHEGBU, M. C.; OKOLI, I. C.; ESONU, B. O.; ILOEJE, M. U. The growing importance of nNeem (*Azadirachta indica* A. Juss) in agriculture, industry, medicine and environment: A review. **Research Journal of Medicinal Plant**, v. 5, n. 3, p. 230-245, 2011.
- PAWAR, D. B.; PATIL, S. K. Efficacy of insecticides and NSKE against American serpentine leaf miner, *Liriomyza trifolii* Burgess on cucumber (*Cucumis sativus* L.). **Pest Management in Horticultural Ecosystems**, Bengaluru, v. 19, n. 2, p. 251-253, 2013.
- PINEDA, S.; MARTÍNEZ, A. M.; FIGUEROA, J. I.; SCHNEIDER, M. I.; ESTAL, P. D.; VIÑUELA, E.; GÓMEZ, B.; SMAGGHE, G.; BUDIA, F. Influence of azadirachtin and methoxyfenozide on life parameters of *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 102, p. 1490-1496, 2009.
- PRAKASH, A.; RAO, J.; NANDAGOPAL, V. Future of botanical pesticides in rice, wheat, pulses and vegetables pest management. **Journal of Biopesticides**, Tamil Nadi, v. 1, n. 2, p. 154-169, 2008.
- SHARMA, S.; SENRUNG, A; SINGH, A. K. Toxic effect of neem, *Azadirachta indica* (A. Juss) foliage extracts against diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella*(L.) (Lepidoptera, Plutellidae). **Journal of Biopesticides**, Tamil Nadu, v. 7, p. 99-105, 2014.
- SHIBERU, T.; GETU, E. Assessment of selected botanical extracts against *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) on tomato under glasshouse condition. **International Journal of Fauna and Biological Studies**, Nova Deli, v. 3, n. 1, p. 87-90, 2016.
- SILVA, F. G.; COSTA, E. M.; FERREIRA, R. R.; SILVA, F. E. L.; ARAUJO, E. L. Óleo de nim aplicado via irrigação no controle da mosca-minadora em meloeiro. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 122-126, 2015.
- SILVA, F. A. S; AZEVEDO, C. A. V. The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res.**, Johannesburgo, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, F. G.; COSTA, E. M.; FERREIRA, R. R.; SILVA, F. E. L.; ARAUJO, E. L. Efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de folhas de nim na mortalidade da mosca-minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). **Revista Agro@ambiente Online**, Boa Vista, v. 10, n. 4, p. 381-386, 2016.

SURADKAR, A.; UKEY, S. P. Bio-efficacy of botanicals, microbial and conventional insecticide against tomato leafminer. **Agriculture for Sustainable Development**, Varanasi, v. 2, n. 2, p. 92-96, 2014.

RAI, D.; SINGH, A. K.; SUSHIL, S. N.; RAI, M. K.; GRUPTA, J. P.; TYAGI, M. P. Efficacy of insecticides against american serpentine leaf miner, *Liriomyza trifolii* (Burgess) on tomato crop in N-W region of Uttar Pradesh, India. **International Journal of Horticulture**, British Columbia, v. 3, n. 5, p. 19-21, 2013.

ROSELL, G.; QUERO, C.; COLL, J.; GUERRERO, A. Biorational insecticides in pest management. **Journal of Pesticide Science**, Tóquio, v. 33, n. 2, p. 103-121, 2008.

TOMÉ, H. V. V.; MARTINS, J. C.; CORRÊA, A. S.; GALDINO, T. V. S.; PICANÇO, M. C.; GUEDES, R. N. C. Azadirachtin avoidance by larvae and adult females of the tomato leafminer *Tuta absoluta*. **Crop Protection**, Londres, v. 46, p. 63-69, 2013.

WANKHEDE, S. M.; DEOTALE, V. Y.; UNDIRWADE, D. B.; MANE, P. N.; DEOTALE, R. O.; KAHARE. Performace of some insecticides and biopesticides against tomato leafminer, *Liriomyza trifolii* Burgess. **Journal Soils and Crops**, Nagpur, v. 17, n. 1, p. 136-138, 2007.

WEBB, R. E.; HINEBAUGH, M. A.; LINDQUIST, R. K.; JACOBSON, M. Evaluation of aqueous solution of neem seed extract against *Liriomyza sativae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 76, n. 2, p. 357-362, 1983.

YILDIRIM, E. M.; CIVELEK, H. S. Effects of different insect growth regulators (IGR) on the vegetable leafminer *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). **Fresenius Environmental Bulletin**, Freising, v. 19, n. 11, p. 2562-2566, 2010.

YILDIRIM, E. M.; BASPINAR, H. Effect of neem on *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids on tomato greenhouse. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 10, n. 1, p. 381-384, 2012.

CAPÍTULO 3

EFEITO RESIDUAL DO EXTRATO AQUOSO DE SEMENTES DE NIM SOBRE A MOSCA-MINADORA EM MELOEIRO

RESUMO: O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito residual do extrato aquoso de sementes de nim (*Azadirachta indica*) sobre a mosca-minadora (*Liriomyza sativae*) no meloeiro, utilizando dois métodos de aplicação, através da pulverização na superfície adaxial das folhas e aplicado no solo (50 mL). Foi realizado um experimento para cada método de aplicação, em condições de casa de vegetação, e em ambos se utilizou a concentração de 5 g.100mL⁻¹ do extrato aquoso de sementes de *A. indica*. Os dois experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (tempos de infestação após a aplicação: 5, 7, 10, 15 e 20 dias. Em cada tempo, foi utilizada uma testemunha (em que foi aplicada a água destilada) e 20 repetições (uma planta de meloeiro infestada por *L. sativae*). Todos os tratamentos diferiram estatisticamente do tratamento controle em todos os tempos de infestação. Porém, foram observados diferentes efeitos de acordo com o método de aplicação. A pulverização do extrato causou elevada mortalidade larval, pupal e baixa emergência de adultos, principalmente em plantas infestadas até sete dias após a aplicação. Após esse tempo, houve redução gradual nos efeitos dos extratos. A aplicação de extratos de solo causou baixa mortalidade larval e manteve-se no mesmo nível durante 20 dias do experimento, mas a mortalidade na pupa foi alta em plantas infestadas até o quinto dia após a aplicação, com redução clara entre o sétimo e o vigésimo dia. Os resultados demonstram que, em condições de casa de vegetação, o extrato aquoso de sementes de nim causa mortalidade significativa de larvas e pupas de *L. sativae* quando pulverizado sobre as folhas, com prevalência do efeito residual por 20 dias, sendo mais efetivo nos primeiros sete dias após a aplicação. A aplicação do extrato aquoso de sementes de nim via pulverização apresentou maiores taxas de mortalidade larval, pupal e menor emergência de adultos em todos os tempos testados quando comparada à aplicação no solo.

Palavras-chave: *Cucumis melo*. *Liriomyza sativae*. Inseticidas botânicos. *Azadirachta indica*.

RESIDUAL EFFECT OF AQUEOUS EXTRACTS OF NEEM SEEDS ON LEAFMINER IN MELON

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the residual effect of the aqueous extract of neem (*Azadirachta indica*) seeds on the leafminer (*Liriomyza sativae*) in the melon, using two methods of application, by spraying on the adaxial surface of the leaves and applied to the soil (50 mL). An experiment was carried out for each application method under greenhouse conditions, and in both the concentration of 5g. 100mL⁻¹ of the aqueous extract of seeds of *A. indica*. The two experiments were conducted in a completely randomized design with five treatments (infestation times after application: 5, 7, 10, 15 and 20 days. At each time, a control was used (in which the distilled water was applied) and 20 replicates (a plant of melon infested by *L. sativae*). All treatments differed statistically from control treatment at all times of infestation. However, different effects were observed according to the application method. The extract spray caused high larval, pupal mortality and low adult emergence, especially in infested plants up to seven days after application. After that time, there was a gradual reduction in the effects of the extracts. The application of soil extracts caused low larval mortality and remained at the same level during 20 days of the experiment, but pupal mortality was high in infested plants until the fifth day after application, with evident reduction from the seventh to the twentieth day. The results demonstrate that, under greenhouse conditions, the aqueous extract of neem seeds causes significant mortality of larvae and pupae of *L. sativae* when sprayed on the leaves, with a prevalence of the residual effect for 20 days, being more effective in the first seven days after the application. The application of the aqueous extract of neem seeds via spraying had higher rates of larval, pupal mortality and lower emergence of adults at all times tested when compared to soil application.

Keywords: *Cucumis melo*. *Liriomyza sativae*. Botanical insecticides. *Azadirachta indica*.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo do meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma das principais atividades agrícolas da região Nordeste do Brasil (IBGE, 2017). Dentre os principais entraves para a produção de melão, estão os problemas com insetos-praga, com destaque para a mosca-minadora *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) (COSTA-LIMA et al., 2010; ARAUJO et al., 2013). As fêmeas desse inseto ovipositam nas folhas da planta hospedeira e, logo após a eclosão, as larvas passam a se alimentar do mesófilo foliar, produzindo galerias (minas), reduzindo a capacidade fotossintética. Como consequência, há redução no teor de sólidos solúveis nos frutos, inviabilizando-os comercialmente (ARAUJO et al., 2013). Além disso, as puncturas realizadas pelas fêmeas durante a oviposição ou alimentação pode servir de porta de entrada para patógenos (KANG et al., 2009).

Apesar de o manejo integrado da mosca-minadora no meloeiro preconizar o uso de diversas estratégias de controle, o principal método utilizado ainda é o químico, por meio da aplicação de inseticidas sintéticos (GUIMARÃES et al., 2008; LIMA et al., 2012). Além disso, existem apenas sete ingredientes ativos registrados para o controle da mosca-minadora no meloeiro: abamectina, ciromazina, cloridato de cartape, ciantraniliprole, fenpropatrina, abamectina+clorraniliprole e espinetoram (AGROFIT, 2017).

Nas últimas décadas, tem-se estudado novas possibilidades para mitigar a utilização de inseticidas sintéticos, pois o uso contínuo desses pesticidas pode ocasionar aumento de populações de pragas resistentes, ressurgência de pragas, redução na população de insetos benéficos, além de representar um risco de contaminação humana e ambiental (GUIMARÃES et al., 2009; YILDIRIM; CIVELEK, 2010; DIMETRY et al., 2010; LIMA et al., 2012; SHIBERU; GETU, 2016). Nesse cenário, os inseticidas botânicos têm sido avaliados como uma alternativa e apresentado resultados promissores na supressão de populações de insetos-praga, além de apresentarem rápida degradação no ambiente e baixa toxicidade a inimigos naturais (HOSSAIN; POEHLING, 2006).

Existem diversas famílias de plantas que produzem substâncias com atividade inseticida, entre as quais uma das mais estudadas é a família Meliaceae, com destaque para o nim (*Azadirachta indica* A. Juss), que produz diversos aleloquímicos tóxicos a insetos. Entre esses compostos, o mais estudado é a azadiractina, presente em diversas partes da planta, porém mais concentrada nas sementes (MORGAN, 2009; MORDUE et al., 2010; DEBASHRI; TAMAL, 2012).

A azadiractina é um composto com atividade biológica sobre mais de 550 espécies de insetos (DEBASHRI; TAMAL, 2012). Essa substância atua como repelente, inibidor da alimentação, regulador de crescimento e reprodução. Em altas concentrações, é letal para

diversas pragas agrícolas, inclusive para insetos do gênero *Liriomyza* (CHERRY; NUESSELY, 2010; MORDUE et al., 2010; YILDIRIM; CIVELEK, 2010; OGBUEWU et al., 2011). Uma das principais limitações para o uso dos derivados do nim é a rápida degradação da azadiractina quando exposta a fatores ambientais, como altas temperaturas e incidência de raios UV (KUMAR, 2008).

Recentemente, foram realizados estudos para analisar o efeito dos derivados de nim sobre *L. sativae* em meloeiro, aplicados através de pulverização e via solo. Silva et al. (2015) avaliaram diferentes concentrações do óleo de nim Azamax®), aplicado via solo, e a maior concentração (1% ou 1 mL. 100 mL⁻¹) causou mortalidade larval de 35,7% e pupal de 49,8%. Outro estudo com a aplicação via pulverização do extrato aquoso de sementes em plantas de meloeiro infestadas por *L. sativae*, houve incremento na mortalidade com o aumento da concentração e foram altamente eficientes na mortalidade pupal, atingindo ~100% a partir da concentração de 5 g. 100 mL⁻¹ (COSTA et al., 2016). No entanto, Silva et al. (2016) constataram que o extrato de folhas de nim, aplicado via pulverização sobre larvas de *L. sativae* em meloeiro, causou mortalidade moderada mesmo na maior concentração estudada (12,5 g. 100 mL⁻¹), chegando a 23,8% de mortalidade larval e 65,1% de mortalidade pupal. Porém, esse mesmo extrato, quando aplicado via solo, causou mortalidade larval de 29,8% e pupal de 47,8% (SILVA et al., 2016).

Apesar da importante contribuição desses estudos, ainda são escassas as informações com relação ao tempo de persistência dos resíduos após a aplicação, via pulverização e no solo, do extrato aquoso de sementes de nim sobre *L. sativae* em meloeiro. Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito residual do extrato aquoso de sementes de *A. indica* na mortalidade de *L. sativae* no meloeiro, por meio de duas formas de aplicação, em condições de casa de vegetação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 População de *L. sativae*

Os insetos utilizados foram obtidos da criação da mosca-minadora *L. sativae* do Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró - RN. A criação dos insetos foi mantida de acordo com a metodologia proposta por Araujo et al. (2007).

2.2 Produção das plantas de meloeiro

Para obtenção das plantas de meloeiro, as sementes foram plantadas em bandejas de polietileno com 164 células e transplantadas aos 10 dias após o plantio (DAP) para vasos plásticos com capacidade de 500 mL. Durante seu desenvolvimento, as plantas foram irrigadas duas vezes ao dia com um volume aproximado de 100 mL de água por planta. As plantas só foram utilizadas nos experimentos aos 20 DAP, quando apresentavam duas folhas desenvolvidas. Todo o processo de produção e desenvolvimento das plantas ocorreu dentro de casa de vegetação protegida com tela antiafídeo.

2.3 Preparo do extrato aquoso de sementes de *A. indica*

Os extratos foram preparados com sementes retiradas de frutos maduros coletados em plantas de *A. indica* existentes em Mossoró–RN (Os frutos foram coletados, tiveram a casca e a polpa removida, com auxílio de uma peneira). Após esse procedimento, as sementes foram colocadas para secar à sombra e em temperatura ambiente ($25\pm 1,0$ °C), acondicionadas entre folhas de jornal dentro de bandejas de polietileno, por um período de dez dias. Posteriormente, as sementes secas foram trituradas em liquidificador até a obtenção de um pó fino e homogêneo. O pó foi diluído em água destilada na concentração de $5\text{ g}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ (m/v) (concentração estabelecida através de *screening* realizado antes do experimento), sendo mantido em descanso por um período de 24 horas em local escuro, para evitar a degradação e permitir a extração dos princípios bioativos com efeitos inseticidas (COSTA et al., 2016). Em seguida, os extratos foram devidamente filtrados em tecido *voil* e imediatamente aplicados.

2.4 Ação residual do extrato aquoso de sementes de *A. indica* sobre *L. sativae* em meloeiro

2.4.1 Aplicação via pulverização

Para esta avaliação, plantas com duas folhas desenvolvidas foram retiradas da casa de vegetação e pulverizadas com a solução do extrato aquoso de sementes de nim. A pulverização foi realizada no período da manhã, com auxílio de um pulverizador manual pressurizado com uma taxa de fluxo de 4,0 mL/s e de aplicação de 1,6 mg/cm²,

correspondendo a um volume médio de 4 mL/planta, de acordo com Araujo et al. (2015). As plantas tiveram o solo do vaso devidamente protegido com para-filme, para evitar a infiltração dos extratos no solo. Após a aplicação, as plantas foram levadas de volta para a casa de vegetação, onde permaneceram até o momento de serem infestadas.

Com 5, 7, 10, 15 e 20 dias após a aplicação do extrato de nim, 20 plantas por cada período de tempo mencionado foram submetidas à infestação em laboratório. Durante a infestação, as plantas foram colocadas em gaiolas de madeira (0,5 m x 0,5 m x 0,5 m) revestidas com tela antiáfideo, contendo aproximadamente 150 casais de *L. sativae* com idade entre cinco e dez dias, por um período de 20 minutos, o que produziu uma infestação média de 20 larvas por folha. Após a infestação, as plantas foram levadas de volta para casa de vegetação.

2.4.2 Aplicação via solo

Na avaliação da ação sistêmica residual, o extrato aquoso de sementes de nim foi aplicado em cada planta, com o auxílio de um recipiente graduado, em dose única de 50mL da solução do extrato aquoso. A solução foi aplicada no solo do vaso, próximo ao colo da planta. Após a aplicação, foram realizados os mesmos procedimentos citados no item anterior.

2.5 Avaliações

Os experimentos para avaliar a ação residual, translaminar e sistêmica, dos extratos aquosos de sementes de nim sobre *L. sativae* em meloeiro foram realizados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo sete tratamentos (uma testemunha absoluta com água destilada e seis diferentes tempos de infestação: 5, 7, 10, 15 e 20 dias após a aplicação do extrato de sementes de nim) com 20 repetições, cada uma correspondente a uma planta de meloeiro, que recebeu a aplicação prévia do extrato, através de pulverização da parte aérea ou no solo, próximo ao colo da planta.

Após a infestação, as plantas foram mantidas por 72h em casa de vegetação. Passado esse período, as plantas infestadas foram levadas ao laboratório para contagem e registro do número de larvas, com auxílio de microscópio estereoscópico. Para realização da contagem, foram consideradas apenas as duas folhas presentes na planta no momento da aplicação, via pulverização ou no solo. Após a contagem de larvas, os vasos contendo as plantas foram

acondicionados separadamente dentro de bandejas plásticas de coloração branca, para obtenção dos pupários. Os pupários obtidos de cada planta foram contados e transferidos para placas de Petri cobertas com filme plástico, para contagem e registro do número de adultos emergidos. Foram calculadas as taxas de mortalidade larval (ML), pupal (MP) e emergência de adultos (EA), através das respectivas fórmulas: $ML (\%) = [(\text{número total de larvas} - \text{número de larvas emergidas}) / \text{número total de larvas}] \times 100$; $MP (\%) = [(\text{número de pupários} - \text{número de adultos emergidos}) / \text{número de pupários}] \times 100$; $EA (\%) = \text{número de adultos emergidos} \times 100 / \text{número total de larvas}$. As médias de mortalidade larval e pupal de cada tratamento foram corrigidas de acordo com a fórmula de Abbott (1925): $MC (\%) = (M_{\text{trat}} - M_{\text{test}} / 100 - M_{\text{test}}) \times 100$, onde: MC = mortalidade corrigida, M_{trat} = mortalidade observada do tratamento e M_{test} = mortalidade da testemunha.

2.6 Análises estatísticas

Os dados foram tabulados em planilha eletrônica e as médias obtidas foram comparadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de significância por meio do *software* Assistat versão 7.7 pt compilação 01.01.2017 (SILVA; AZEVEDO, 2016). As médias foram submetidas à análise de regressão de acordo com as formas de aplicação dos extratos, via pulverização ou no solo. Os resultados estimados foram representados na forma de gráficos com o auxílio do *software* Excel®.

3 RESULTADOS

3.1 Mortalidade larval

A mortalidade larval de *L. sativae* diminuiu na medida em que a infestação foi realizada com um maior intervalo de tempo da pulverização do extrato aquoso de nim (Figura 2). A mortalidade causada pelo extrato aplicado via pulverização foi de 99,46% em plantas infestadas cinco dias e reduziu para 44,37% aos 20 dias após a aplicação via pulverização. Na aplicação do extrato via solo, também ocorreu redução na mortalidade larval de *L. sativae* ao longo do período dos 20 dias após a aplicação, indo de 64,56% aos cinco dias para 25,26% aos 20 dias. Contudo, verificou-se maior redução na mortalidade dos cinco (64,56%) para os

sete dias após a aplicação (44,03%), com lenta redução nos tempos de 10, 15 e 20 dias após a aplicação, com médias de mortalidades de 33,12%, 27,30% e 25,26%, respectivamente.

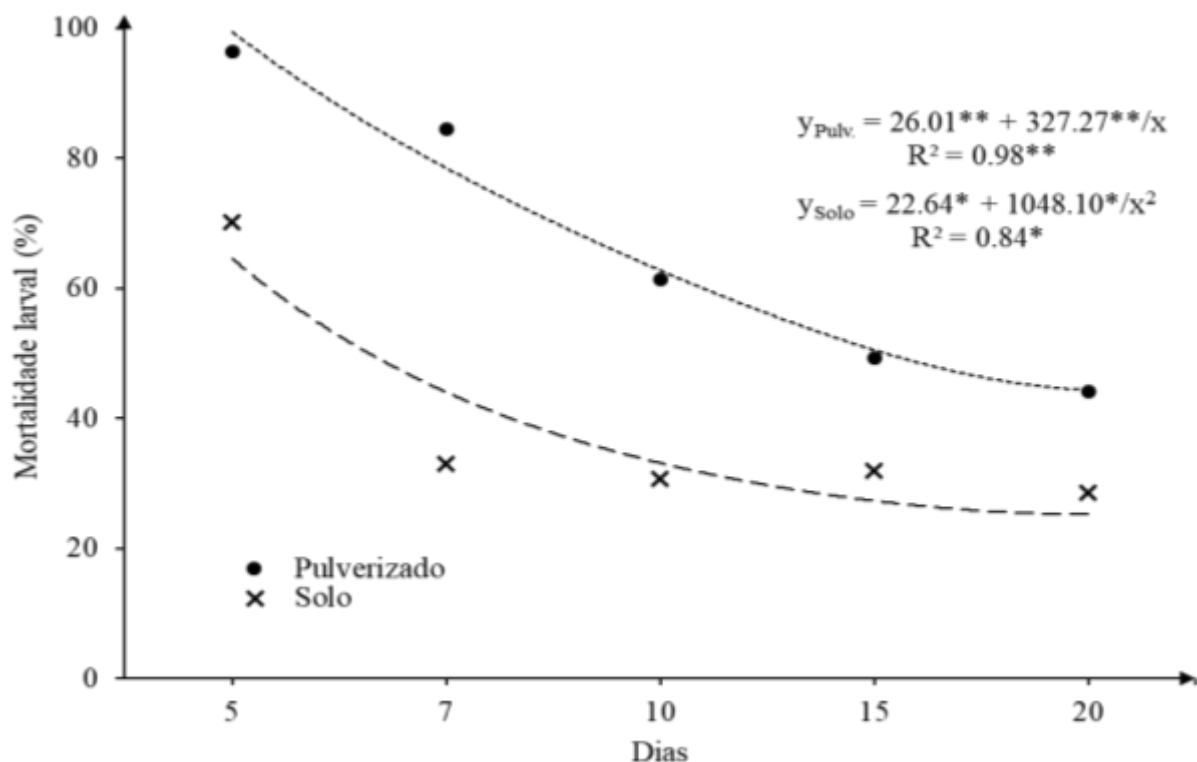


Figura 2 – Efeito do extrato aquoso de sementes de nim sobre a mortalidade larval da mosca-minadora em meloeiro, submetido a diferentes tempos de infestação (efeito residual), em condições de casa de vegetação com duas formas de aplicação, via pulverização e no solo. Nível de significância: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

3.2 Mortalidade pupal

A mortalidade pupal de *L. sativae* foi reduzida com o aumento do tempo de infestação após a aplicação do extrato via pulverização (Figura 3). Houve redução gradual de mortalidade pupal de 98,09% para 74,99% entre os cinco e 20 dias após a aplicação via pulverização. Também apresentou uma elevada mortalidade pupal nas plantas infestadas aos cinco (98,09%), sete (95,01%) e dez (90,39%) dias após a aplicação, havendo decréscimo de mortalidade de 82,69% para 74,99% aos 15 e 20 dias após a aplicação. Porém, quando o extrato foi aplicado via solo, constatou-se maior redução na mortalidade pupal nas plantas infestadas entre cinco e sete dias após a aplicação, passando de 78,46% para 61,81%, respectivamente. Nas plantas infestadas aos 10 (52,96%), 15 (48,24%) e 20 (46,58%) dias após a aplicação, ocorreu estabilidade na mortalidade pupal, mas com tendência de queda.

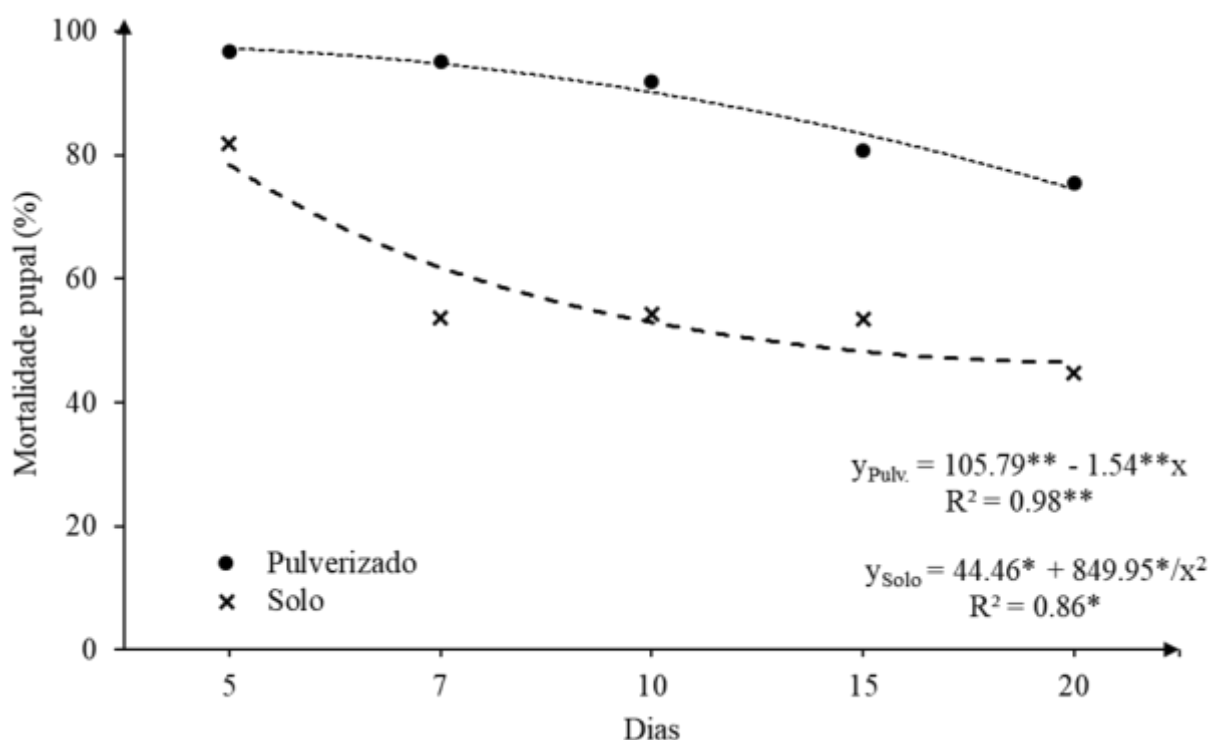


Figura 3 – Efeito do extrato aquoso de sementes de nim sobre a mortalidade pupal da mosca-minadora em meloeiro, submetido a diferentes tempos de infestação (efeito residual), em condições de casa de vegetação com duas formas de aplicação, via pulverização e no solo. Nível de significância: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

3.3 Emergência de Adultos

Quando o extrato aquoso de sementes de nim foi pulverizado nas folhas, constatou-se redução na emergência de adultos de *L. sativae*, com esta emergência sendo um pouco maior ao longo do tempo após a pulverização (Figura 4). Até 10 dias após a pulverização, a emergência de adultos foi inferior a 5%, não apresentando diferença estatística entre si, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Entretanto, aos 15 e 20 dias as emergências de adultos foram um pouco maiores, 11,47% e 9,48%. Na aplicação via solo, apesar de a emergência ser inferior a 50% até 20 dias após a aplicação, foi observado aumento significativo na emergência de adultos a partir de sete dias após a aplicação. A partir de sete dias após a aplicação, ocorreu aumento gradual na emergência de *L. sativae*.

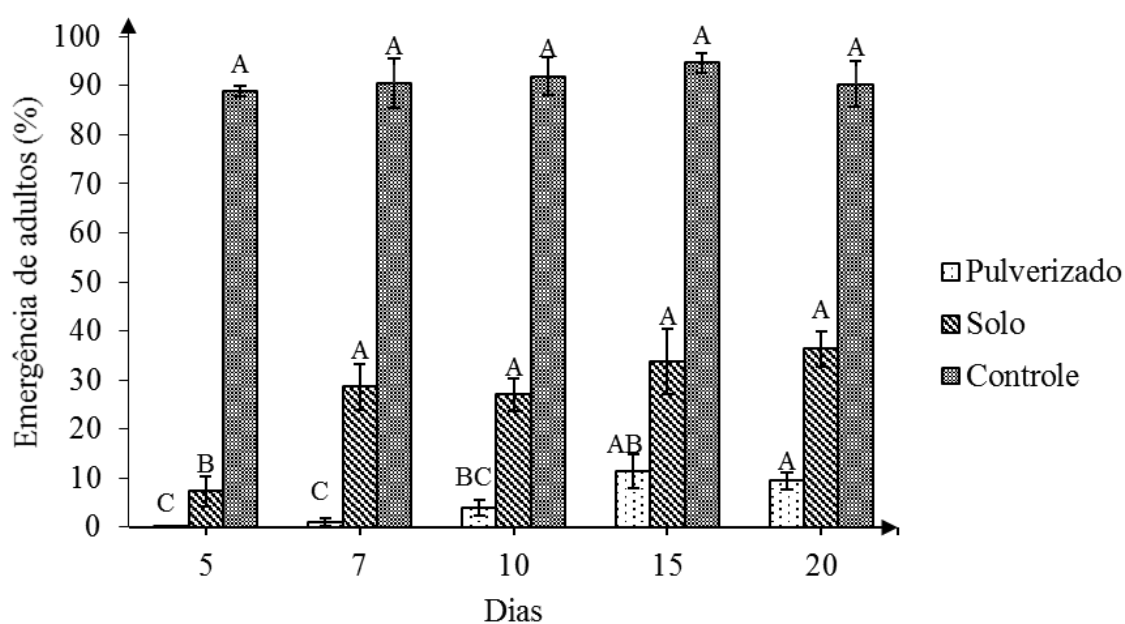


Figura 4 – Efeito do extrato aquoso de sementes de nim sobre a emergência de adultos da mosca-minadora em meloeiro, submetido a diferentes tempos de infestação (efeito residual), em condições de casa de vegetação com duas formas de aplicação, via pulverização e no solo. As médias seguidas da mesma letra maiúscula no mesmo tratamento não diferem de acordo com o teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

4 DISCUSSÃO

4.1 Mortalidade Larval

A mortalidade larval caiu em função do aumento do intervalo entre a aplicação e a infestação, porém os efeitos dos compostos bioativos do extrato persistiram durante todo o período do experimento. A pulverização dos extratos em condições de casa de vegetação apresentou efeito translaminar significativo que se manteve até 20 dias após a aplicação, indicando que os compostos inseticidas penetram o tecido foliar, se depositam no mesófilo e, mesmo com a degradação pelos fatores abióticos, ainda são capazes de provocar mortalidade nas larvas de *L. sativae*, principalmente quando infestadas aos cinco e sete dias após a aplicação. Estudos anteriores, realizados em campo, observaram que as pulverizações do extrato de nim (5%) e do óleo de nim (1%) foram efetivas no controle de *L. trifolii* em tomateiro, com persistência dos princípios ativos por 14 dias após a aplicação e reduzida taxa de dano nas folhas (WANKHEDE et al., 2007). Possivelmente essa persistência de 14 dias em

condições de campo foi influenciada pela degradação dos princípios ativos por fatores ambientais que não estão presentes ou se encontram atenuados em casa de vegetação, o que possivelmente estendeu o efeito residual por 20 dias no presente estudo, devido à redução na velocidade de degradação dos compostos bioativos.

Em contrapartida, Hossain e Poehling (2009) testaram o efeito da pulverização do óleo de nim NeemAzal® - T/S (10 mL.L⁻¹) sobre *L. sativae* em tomateiro, em condições de casa de vegetação, observando que a mortalidade larval se reduziu rapidamente de 100% com 1 dia para 67,18 e 19,30% no 5º e 10º dias, respectivamente. A pulverização de outro produto derivado do nim Nimbecidine (Azadiractina 0,03%), em condições de campo, sobre *L. trifolii* em fava, causou mortalidade larval de 86% no 5º dia após a aplicação, com posterior decréscimo de 72,3-64,4% entre 10-14 dias (ABD EL-SALAM et al, 2013). A redução da ação desses inseticidas está relacionada à degradação da azadiractina pela temperatura e radiação UV, já que o mesmo experimento repetido em condições de laboratório, em sala climatizada e com iluminação artificial, proporcionou menor degradação e maior persistência do princípio ativo (HOSSAIN; POEHLING, 2009).

Por outro lado, a aplicação dos extratos no solo causou menor mortalidade larval, com rápida queda entre o 5º e o 7º dias, porém se estabilizou e se manteve baixa até o 20º dia. Em outro estudo, em condições de laboratório e em casa de vegetação, foram obtidos resultados semelhantes com o óleo comercial de nim NeemAzal®-U aplicado no solo, apresentando bons resultados no controle de larvas de *L. sativae* em tomateiro por 7 dias após a aplicação, com redução constante na mortalidade na medida em que aumentou o intervalo entre a aplicação e a infestação (HOSSAIN et al., 2008).

Ao se comparar os tratamentos, observamos que o extrato aquoso de nim aplicado no solo causou mortalidade larval significativamente inferior quando comparado à pulverização em todos os tempos analisados. Possivelmente uma parte dos compostos inseticidas dos extratos fica agregada nas partículas do solo ou sofrem degradação, reduzindo proporcionalmente a quantidade de compostos absorvidos e translocados até as folhas, o que limita o efeito do produto sobre o inseto. Isso foi observado neste estudo nas plantas infestadas com 5 e 7 dias após a aplicação. A concentração adotada (5 g. 100 mL⁻¹) não foi efetiva por essa via de aplicação, havendo a necessidade de testes de eficiência com concentrações maiores.

4.2 Mortalidade Pupal

O efeito da pulverização do extrato de *A. indica* sobre *L. sativae* em meloeiro se reduziu lentamente com o tempo de infestação e causou mortalidade pupal superior a 90% com até dez dias após a aplicação. A partir dos 15 dias, houve maior redução, mas ainda se manteve alta até os 20 dias. A aplicação do extrato nas folhas, via pulverização, exibiu maior mortalidade de pupas do que a aplicação no solo. O extrato aplicado via solo causou baixa mortalidade de pupas da mosca-minadora, porém essa mortalidade se manteve até o 20º dia da avaliação. Esses resultados divergem dos obtidos por Hossain et al. (2008), os quais constataram que todas as concentrações de NeemAzal®-U aplicadas no solo causaram mortalidade pupal significativa quando comparadas com o controle, mas observaram que a eficácia da aplicação no solo possui relação positiva com o aumento da concentração e se correlaciona negativamente com o intervalo entre o tratamento e a infestação.

Diversos estudos mostram que a maioria das larvas que sobrevivem à ação dos derivados de nim sofre com os efeitos fisiológicos e morre na fase de pupa, demonstrando a toxicidade dos compostos do extrato de nim sobre *L. sativae* nessa fase, provavelmente por interferência da azadiractina na regulação do crescimento e antagonismo hormonal (HOSSAIN et al., 2008; CORREIA et al., 2009; YILDIRIM; CIVELEK, 2010).

4.3 Emergência de Adultos

Os tratamentos com extrato aquoso de sementes de nim apresentaram baixa emergência de adultos em ambos os métodos de aplicação testados, também houve um incremento na emergência de adultos com o aumento do período entre a aplicação e infestação. Estudos com óleo de nim NeemAzal® - T/S (Azadiractina 1%) na concentração de 10 mL.L⁻¹ pulverizado sobre tomateiro infestado por *L. sativae*, em condições de laboratório e casa de vegetação, mostraram que a taxa de emergência de adultos aumentou com o tempo após a aplicação, sendo que no laboratório não houve emergência até o quinto dia e com 10 e 14 dias a emergência se manteve baixa (3,24%) e (5,44%), respectivamente, ao passo que na casa de vegetação a emergência foi de 0 a 38,6% entre 1 e 14 dias. Essa diferença foi atribuída à degradação da azadiractina pela alta temperatura e radiação UV nas condições da casa de vegetação (HOSSAIN; POEHLING, 2009). Posteriormente, esse mesmo produto foi testado em condições de laboratório e de casa de vegetação, demonstrando baixa emergência de

adultos até os 14 dias após a aplicação, comparável a ciromazina, princípio ativo indicado no controle de *Liriomyza* spp. (YILDIRIM; CIVELEK, 2010; YILDIRIM; BASPINAR, 2012).

Em condições experimentais de casa de vegetação, a pulverização do extrato aquoso de semente de nim (5 g.100 mL⁻¹) possui efeito residual prolongado sobre *L. sativae* em meloeiro, causando alta mortalidade de larvas nos primeiros sete dias após a aplicação, mortalidade de pupas significativa em até 10 dias, o que provocou baixa emergência de adultos durante os primeiros 20 dias após a pulverização.

A aplicação da mesma concentração do extrato no solo causou menor mortalidade larval, pupal e, conseqüentemente, maior emergência de adultos, sendo menos persistente quando comparado à pulverização. Porém, a mortalidade pupal persistiu nos dois métodos de aplicação, indicando que *L. sativae* é suscetível aos efeitos do extrato aquoso de *A. indica*, com redução desses efeitos ao longo do tempo. Esse resultado está diretamente relacionado a um conjunto de fatores que influenciam na ação dos extratos, entre as quais, a quantidade de substâncias inseticidas absorvidas pela planta, a degradação pela luz e temperatura, o método de aplicação e a concentração utilizada. Esses fatores são essenciais para a inclusão dos inseticidas botânicos no manejo de pragas.

Dessa maneira, o extrato aquoso de sementes de nim tem potencial para ser empregado no controle *L. sativae*, porém há necessidade de estudos complementares que possam testar sua eficiência em condições de campo e a compatibilidade com inimigos naturais existentes no cultivo do meloeiro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições desse experimento, o extrato aquoso de sementes de nim na concentração de 5 g.100 mL⁻¹ apresentou efeito sobre a mortalidade de larvas de *L. sativae* por 20 dias após a aplicação, causando elevada mortalidade quando aplicado via pulverização, mas com baixa eficiência na aplicação via solo.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.
- ABD EL-SALAM, A. M. E.; SALEM, H. A.; SALEM, S. A. Biocontrol agents against the leafminer, *Liriomyza trifolii* in faba bean fields. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, p. 1-7, 2013.
- AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 25 jan. 2017.
- 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, v. 2, n. 1, p. 22-26, 2007.
- 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, v. 43, n. 4, p. 579-582, abr. 2013.
- ARAUJO, E. L.; NOGUEIRA, C. H. F.; BEZERRA, C. E. S.; COSTA, E. M. Toxicity of insecticides used in melon crops to *Opius scabriventris* (Hymenoptera: Braconidae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 5, p. 1370-1377, 2015.
- CHERRY, R.; NUSSLY. Repellency of the biopesticide, azadirachtin, to wireworms (Coleoptera: Elateridae). **Florida Entomologist**, Annapolis, v. 93, n. 1, p. 52-55, 2010.
- CORREIA, A. A.; WANDERLEY-TEIXEIRA, V.; TEIXEIRA, A. A. C.; OLIVEIRA, J. V.; TORRES, J. B. Morfologia do canal alimentar de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas tratadas com nim. **Neotropical Entomology**, Santo Antônio de Goiás, v. 38, n. 1, p. 83-91, 2009.
- 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**, v. 39, n. 1, p. 195-201, 2010.
- COSTA, E. M.; TORRES, S. B.; FERREIRA, R. R.; SILVA, F. G.; ARAUJO, E. L. Extrato aquoso de sementes de nim no controle de *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) em meloeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 401-406, 2016.
- DEBASHRI, M.; TAMAL, M. A Review on efficacy of *Azadirachta indica* A. Juss based biopesticides: An Indian perspective. **Research Journal of Recent Sciences**, Indore, v. 1, n. 3, p. 94-99, 2012.
- DIMETRY, N. Z.; ABD EL-SALAM; A. M. E.; EL-HAWARY, F. M. A. Importance of plant extract formulations in managing different pests attacking beans in new reclaimed area and under storage conditions. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 43, n. 7, p. 700-711, 2010.

GUIMARÃES, J. A.; BRAGA SOBRINHO, R.; AZEVEDO, R.; ARAUJO, E. L.; TERÃO, D.; MESQUITA, A. L. M. Manejo integrado de pragas do meloeiro. In: BRAGA SOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J. A.; FREITAS, J.A.D.; TERÃO, D. (org.). **Produção integrada de melão**. Fortaleza: Embrapa, 2008. p. 201-206.

GUIMARÃES, J. A.; MICHEREFF FILHO, M.; OLIVEIRA, V. R.; LIZ, R. S.; ARAUJO, E. L. Biologia e manejo de mosca-minadora no meloeiro. **Circular Técnica 77 – Embrapa**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 9 p.

HOSSAIN, M. B., POEHLING, H. M. Effects of a neem-based insecticide on different immature life stages of the leafminer *Liriomyza sativae* on tomato. **Phytoparasitica**, Dordrecht, v. 34, n. 4, p. 360-369, 2006.

HOSSAIN, M. B.; POEHLING, H. M.; THOMING, G.; BORGEMEISTER, C. Effects of soil application of neem (NeemAzal® - U) on different life stages of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on tomato in the humid tropic. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 115, n. 2, p. 80-87, 2008.

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**, v. 55, n. 3, p. 187-195, 2009.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2015: culturas temporárias e permanentes**. Ministério do Planejamento - Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Rio de Janeiro, v. 42, 2015. 57p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2015/default_sidra.shtm>. Acesso em: 30 jul. 2017.

KANG, L.; CHEN, B.; WEI, J-N.; LIU, T-X. Roles of thermal adaptation and chemical ecology in *Liriomyza* distribution and control. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 54, p. 127-145, 2009.

KUMAR, P. Studies on loss of bio-efficacy of two indirect neem application over time (seed and soil) against *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) under semi-field conditions. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Suwon, v. 11, p. 185–190, 2008.

LIMA, A. C. C.; COSTA, E. M.; ARAUJO, E. L.; RUGAMA, A. J. M.; GODOY, M. S. Diagnóstico sobre o uso do MIP nas principais áreas produtoras de melão dos Estados do Rio Grande do Norte e Ceará. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 6, n. 2, p. 172-178, 2012.

MORDUE, A. J.; MORGAN, E. D.; NISBET, A. J. Azadirachtin, a natural product in insect control. In: LAWRENCE, I. G.; SARJEET, S. G. (org.). **Insect control: biological and synthetic agents**. Londres: Elsevier, 2010. p. 185-197.

MORGAN, E. D. Azadirachtin, a scientific gold mine. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, Oxford, v. 17, p. 4096-4105, 2009.

OGBUEWU, I. P.; ODOEMENAM, V. U.; OBIKAONU, H. O.; OPARA, M. N.; EMENALOM, O. O.; UCHEGBU, M. C.; OKOLI, I. C.; ESONU, B.O.; ILOEJE, M. U. The

growing importance of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) in agriculture, industry, medicine and environment: a review. **Research Journal of Medicinal Plant**, v. 5, n. 3, p. 230-245, 2011.

SHIBERU, T.; GETU, E. Assessment of selected botanical extracts against *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) on tomato under glasshouse condition **International Journal of Fauna and Biological Studies**, Nova Deli, v. 3, n. 1, p. 87-90, 2016.

SILVA, F. G.; COSTA, E. M.; FERREIRA, R. R.; SILVA, F. E. L.; ARAUJO, E. L. Óleo de nim aplicado via irrigação no controle da mosca-minadora em meloeiro. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 122-126, 2015.

SILVA, F. A. S; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, Johannesburgo v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, F. G.; COSTA, E. M.; FERREIRA, R. R.; SILVA, F. E. L.; ARAUJO, E. L. Efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de folhas de nim na mortalidade da mosca-minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). **Revista Agro@mbiente Online**, Boa Vista, v. 10, n. 4, p. 381-386, 2016

WANKHEDE, S. M.; DEOTALE, V. Y.; UNDIRWADE, D. B.; MANE, P. N; DEOTALE, R. O.; KAHARE, N. R. Performance of some insecticides and biopesticides against tomato leafminer, *Liriomyza trifolii* Burgess. **Journal of Soil and Crops**, Nagpur, v. 17, n. 1, p. 136-138, 2007.

YILDIRIM, E. M.; CIVELEK, H. S. Effects of different insect growth regulators (IGR) on the vegetable leafminer *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). **Fresenius Environmental Bulletin**, Freising, v. 19, n. 11, p. 2562-2566, 2010.

YIDIRIM, E. M.; BASPINAR, H. Effects of neem on *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids on tomato greenhouse. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 10, n. 1, p. 381-384, 2012.