

JULIANA MARIA DE OLIVEIRA

POTENCIAL DE EXTRATOS VEGETAIS NO CONTROLE DE
Polyphagotarsonemus latus, Tetranychus urticae E Myzus persicae

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

O48p
2013

Oliveira, Juliana Maria de, 1984-
Potencial de extratos vegetais no controle de
Polyphagotarsonemus latus, *Tetranychus urticae* e
Myzus persicae / Juliana Maria de Oliveira. – Viçosa, MG,
2013.
xiv, 57f. : il. (algumas color.) ; 29cm.

Orientador: Madelaine Venzon.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Pragas agrícolas. 2. *Polyphagotarsonemus latus*.
3. *Tetranychus urticae*. 4. *Myzus persicae*.
5. *Capsicum frutescens* L. 6. *Coriandrum sativum*.
7. *Calendula officinalis* L. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Entomologia. Programa de Pós-Graduação
em Entomologia. II. Título.

CDD 22. ed. 632.7

JULIANA MARIA DE OLIVEIRA

**POTENCIAL DE EXTRATOS VEGETAIS NO CONTROLE DE
Polyphagotarsonemus latus, *Tetranychus urticae* E *Myzus persicae***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de fevereiro de 2013.

Prof. Angelo Pallini Filho

Prof. João Paulo Viana Leite

**Pesq. Maira Christina Marques Fonseca
(Coorientadora)**

**Pesq. Madelaine Venzon
(Orientadora)**

À Deus

À minha mãe Renildes

Ao meu irmão Felipe

Ao meu pai Djalma

À toda família Arantes

A todos os meus amigos

A minha Orientadora, Madelaine Venzon

À Pesquisadora Maira Christina Marques Fonseca

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela força, sabedoria e por me permitir estar vivendo esta história, iluminando e me mostrando sempre os melhores caminhos.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) por todo o suporte físico, técnico e intelectual fornecidos durante estes anos de graduação e mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG- Unidade Regional Zona da Mata, pelas instalações cedidas para realização dos trabalhos.

Agradeço a minha orientadora Madelaine, pela oportunidade, orientação, atenção, conselhos e preocupação comigo e com meus trabalhos.

Agradeço a pesquisadora da EPAMIG, Maira Christina Marques Fonseca, por todo carinho, atenção e disponibilidade.

Ao professor João Paulo Viana Leite do Departamento de Bioquímica da UFV e seus alunos pela ajuda e boa vontade na disponibilização de seu laboratório.

Agradeço à secretária da Entomologia, Silvania, por todo auxílio e suporte dado durante meu mestrado.

Agradeço aos meus queridos amigos do laboratório de entomologia da EPAMIG, André, Elem, Maíra, Pedro, Dany, Marcus, Vinícius, Helder, Fernanda e Rafael, por toda ajuda, por toda conversa amiga e colaborações nos trabalhos. Em especial, agradeço à Michela pelas palavras de conforto e carinho, ao Alex por toda a ajuda com os ácaros, com as estatísticas e por todas as dicas e conselhos; e ao Edmar pela ajuda na execução dos experimentos. Agradeço também ao amigo Rômulo por toda colaboração na reta final. De coração, a todos vocês, o meu muito obrigada!

Aos queridos funcionários da EPAMIG, José Geraldo, Canuto, Geraldo, Divino, Irene e Rita, muito obrigada por toda ajuda e amizade.

As minhas amigas e irmãs, Patrícia Ferreira, Anália, Leidiane, Camila, Hérica, Jaíne, Rosângela, Josilene, Regiane, Viviany e Jussara, amigas de graduação, alojamento, e pós-graduação, muito obrigada por fazerem parte da minha vida e tornarem meus dias mais leves e alegres.

Agradeço a todos os professores da Entomologia pelos ensinamentos.

E finalmente, agradeço a toda minha família, pai, irmão, tios, avós, primos e principalmente a minha amada mãe, Renildes, por todo carinho, apoio, atenção,

cuidados, orações, conversas, conselhos, abraços e por sempre acreditar em mim. Te amo muito mãe ! Sem vocês, nada disso teria sentido! Obrigada por tudo, família!

BIOGRAFIA

Juliana Maria de Oliveira nasceu na cidade de Rio Casca-MG no dia 19/07/1984, filha de Renildes Aparecida Arantes de Oliveira e Djalma Cosme de Oliveira. Em 2004 ingressou na Universidade Federal de Viçosa e de 2005 a 2007, estagiou no laboratório de Controle Biológico de Insetos sob a orientação do Professor José Cola Zanúncio e do estudante de doutorado Fabrício Fagundes Pereira. Formou-se como Engenheira Agrônoma no ano de 2010. Neste mesmo ano, trabalhou como bolsista de Apoio Técnico (AT) e bolsista de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial (DTI)/ CNPq na EPAMIG-UREZM sob supervisão da pesquisadora Madelaine Venzon. Em Março de 2011 iniciou o curso de mestrado na Universidade Federal de Viçosa sob a orientação da Dr^a Madelaine Venzon, cuja dissertação é aqui apresentada.

ÍNDICE

Lista de Figuras	VIII
Resumo.....	XI
Abstract.....	XIII
Introdução Geral.....	1
Referências.....	4

Capítulo 1- Toxicidade de extratos vegetais ao ácaro-branco e ao ácaro-rajado

1.Resumo.....	7
2.Introdução.....	8
3.Material e métodos.....	10
4.Resultados.....	16
5.Discussão.....	31
6.Referências	34

Capítulo 2- Toxicidade de extratos vegetais ao pulgão-verde e a seu predador *Chrysoperla externa*

1.Resumo.....	37
2.Introdução.....	38
3.Material e métodos.....	40
4.Resultados.....	46
5.Discussão.....	52
6.Referências.....	55

Conclusões Gerais.....	57
-------------------------------	-----------

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1- Toxicidade de extratos vegetais ao ácaro-branco e ao ácaro-rajado

Figura 1- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta ($F_{1,27} = 26,654$; $P < 0,0001$; $r^2 = 0,4968$; $y = -0,0016589x + 0,23$)..... **16**

Figura 2- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de sementes de coentro ($F_{1,21} = 8,455$; $P < 0,05$; $r^2 = 0,2871$; $y = -0,0025547x + 0,18$)..... **17**

Figura 3- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de flores de calêndula ($F_{1,24} = 1,0695$; $P > 0,05$; $r^2 = 0,0426$; $y = 0,001172x + 0,14$)..... **17**

Figura 4- Preferência dos adultos de *Polyphagotarsonemus latus* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p < 0,05$)..... **19**

Figura 5- Preferência de oviposição dos adultos do ácaro *Polyphagotarsonemus latus* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta e à água. (Teste F com $\alpha = 0,05$)..... **20**

Figura 6- Preferência de adultos de *Polyphagotarsonemus latus* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de coentro e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p < 0,05$)..... **20**

Figura 7- Preferência de oviposição dos adultos do ácaro *Polyphagotarsonemus latus* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de coentro e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos extrato e água (Teste F com $\alpha = 0,05$)..... **21**

Figura 8- Preferência de adultos de *Polyphagotarsonemus latus* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de flores de calêndula e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p < 0,05$)..... **21**

Figura 9- Preferência de oviposição dos adultos do ácaro *Polyphagotarsonemus latus* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de flores de calêndula e à água. Asteriscos

- dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos extrato e água (Teste F com $\alpha=0,05$)..... **22**
- Figura 10- Número de ácaros-branco encontrados nas plantas de pimenta, pulverizadas com extratos hidroalcoólicos de sementes de pimenta malagueta e coentro a 100 mg/mL e flores de calêndula à concentração de 50 mg/mL em três diferentes avaliações ($X^2= 212,04$; $df=6$; $P<0,0001$)..... **23**
- Figura 11- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta ($F_{1,28}= 77,555$; $p<0,0001$; $r^2= 0,7347$; $y= -0,0037269x + 0,63$)..... **24**
- Figura 12- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de sementes de coentro ($F_{1,28}= 18,275$; $p<0,0001$; $r^2= 0,3949$; $y= -0,0012921x + 0,54$)..... **24**
- Figura 13- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de flores de calêndula ($F_{1,28}= 47,824$; $p<0,0001$; $r^2= 0,6307$; $y= -0,0041816x + 0,57$)..... **25**
- Figura 14- Preferência dos adultos de *Tetranychus urticae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p<0,05$)..... **27**
- Figura 15- Preferência de oviposição dos adultos do ácaro *Tetranychus urticae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Teste F com $\alpha=0,05$)..... **27**
- Figura 16- Preferência dos adultos de *Tetranychus urticae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de coentro e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p<0,05$)..... **28**
- Figura 17- Preferência de oviposição dos adultos do ácaro *Tetranychus urticae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de coentro e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Teste F com $\alpha=0,05$)..... **28**
- Figura 18- Preferência dos adultos de *Tetranychus urticae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de flores de calêndula e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p<0,05$)..... **29**
- Figura 19- Preferência de oviposição dos adultos do ácaro *Tetranychus urticae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de flores de calêndula e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Teste F com $\alpha=0,05$)..... **29**

Figura 20- Número de ácaros-rajado encontrados nas plantas de feijão em três diferentes dias, expostos à concentração de 100 mg/mL dos extratos hidroalcoólicos de sementes de pimenta malagueta e coentro e 50 mg/mL do extrato de flores de calêndula ($X^2= 153,62$; $df=6$; $p=0<001$)..... **30**

Capítulo 2- Toxicidade de extratos vegetais ao pulgão-verde e a seu predador *Chrysoperla externa*

Figura 1- Plantas de pimenta malagueta infestadas com pulgão-verde e protegidas por potes plásticos transparentes para o acondicionamento das larvas de *C. externa*..... **46**

Figura 2- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do pulgão-verde, *Myzus persicae*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta ($F_{1,27}= 9,999$; $P<0,05$; $r^2= 0,2702$; $y= -0,0020631x + 0,14$)..... **47**

Figura 3- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do pulgão-verde, *Myzus persicae*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de sementes de coentro ($F_{1,24}= 0,0911$; $P>0,05$; $r^2= 0,0038$; $y= -0,0001910x + 0,05$)..... **47**

Figura 4- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do pulgão-verde, *Myzus persicae*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de flores de calêndula ($F_{1,13}= 0,5443$; $P>0,05$; $r^2= 0,0402$; $y= -0,001964x + 0,11$)..... **48**

Figura 5- Preferência do afídeo *Myzus persicae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p<0,05$)..... **49**

Figura 6- Preferência do afídeo *Myzus persicae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de coentro e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p<0,05$)..... **50**

Figura 7- Preferência do afídeo *Myzus persicae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de flores de calêndula e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p<0,05$)..... **50**

Figura 8- Número de pulgões-verdes encontrados nas plantas de pimenta malagueta em três dias diferentes, expostos à concentração de 10 mg/mL dos extratos hidroalcoólicos de sementes de pimenta malagueta, coentro e calêndula ($X^2= 124,21$, $df=6$, $P=0,0001$)..... **51**

Figura 9- Curvas de sobrevivência Kaplan-Meier de *C. externa* exposta a diferentes extratos hidroalcoólicos na concentração de 10 mg/mL e comparadas com *Logrank a 5%*..... **52**

RESUMO

OLIVEIRA, Juliana Maria de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2013. **Potencial de extratos vegetais no controle de *Polyphagotarsonemus latus*, *Tetranychus urticae* e *Myzus persicae*.** Orientadora: Madelaine Venzon. Coorientadora: Maira Christina Marques Fonseca.

O ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae), o ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), e o pulgão-verde, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), são pragas polípagas, cosmopolitas e de grande importância por causarem sérios prejuízos à produção agrícola. Nos cultivos convencionais, o controle destas pragas tem sido feito com o uso de acaricidas e inseticidas sintéticos. No entanto, o uso exclusivo de agrotóxicos pode não oferecer um controle satisfatório, selecionando indivíduos resistentes e causando inconvenientes ambientais e ao homem. O uso de produtos alternativos em substituição aos agrotóxicos para o controle de pragas tem se acentuado especialmente em decorrência do crescimento da produção orgânica no país. Visando à minimização dos efeitos provocados pelos agrotóxicos, o uso de extratos de plantas se apresenta como alternativa na produção de alimentos. Extratos vegetais são mais compatíveis com as demais práticas de manejo, além de permitirem a sobrevivência e o maior desempenho dos inimigos naturais. Diante disso, neste trabalho, avaliou-se a toxicidade dos extratos de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.), coentro (*Coriandrum sativum*) e calêndula (*Calendula officinalis* L.), escolhidos entre seis plantas, após testes preliminares de efeitos sub-letais, sobre o ácaro-branco, ácaro-rajado, pulgão-verde e o predador generalista *Chrysoperla externa*. Inicialmente, realizaram-se experimentos em laboratório para verificar os efeitos letais e sub-letais dos extratos acima citados sobre os artrópodes. Posteriormente, avaliou-se, em casa de vegetação, a eficiência de cada extrato vegetal no controle do crescimento populacional do ácaro-branco, ácaro-rajado e pulgão-verde. As informações obtidas foram divididas em dois capítulos. No capítulo 1, avaliou-se a toxicidade dos extratos vegetais sobre o ácaro-branco e o ácaro-rajado. No capítulo 2, avaliou-se a toxicidade dos extratos vegetais sobre o pulgão-verde e seu predador *C. externa*. Em laboratório, verificou-se que os extratos hidroalcoólicos de sementes de pimenta malagueta e de coentro, em concentração maior que 10 mg/mL, reduziram a taxa instantânea de crescimento populacional do ácaro-branco, provocaram a repelência dos adultos e causaram a não preferência de oviposição em substratos tratados com

os extratos. O extrato de calêndula não reduziu a taxa instantânea de crescimento populacional do ácaro-branco, mas causou repelência aos adultos e não preferência de oviposição nos substratos tratados com o extrato, exceto na concentração de 50 mg/mL. Já, para o ácaro-rajado, todos os extratos causaram repelência e decréscimo da taxa instantânea de crescimento sem, no entanto, atingir a estabilidade populacional. Em casa de vegetação, os extratos hidroalcoólicos de pimenta malagueta e coentro na concentração de 100 mg/mL e calêndula, a uma concentração de 50 mg/mL, não extinguiram a população do ácaro-rajado e do ácaro-branco. Contudo, o crescimento populacional do ácaro-branco foi menor nas plantas pulverizadas com o extrato de calêndula e do ácaro-rajado, nas plantas pulverizadas com extrato de coentro. Todos os extratos, em todas as concentrações, mostraram repelência ao pulgão-verde. Na avaliação da taxa instantânea de crescimento populacional do pulgão, o único extrato que causou declínio da população foi o de pimenta malagueta. Em casa de vegetação, nenhum extrato reduziu a população do pulgão, porém o extrato de coentro retardou o crescimento do pulgão-verde. Extratos hidroalcoólicos de pimenta, coentro e calêndula na concentração de 10 mg/mL foram seletivos ao predador *C. externa*. Em geral, os extratos hidroalcoólicos de pimenta malagueta, coentro e calêndula são promissores no controle dos artrópodes estudados, no entanto é necessário testar concentrações maiores para reduzir a população do ácaro-branco, ácaro-rajado e pulgão. Novos experimentos com concentrações que cause a paralização do crescimento populacional desses artrópodes devem ser conduzidos com possibilidade de obter redução populacional dos ácaros, do afídeo e para a avaliação da seletividade ao predador *C. externa*.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Juliana Maria de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February 2013. **Potential of vegetable extracts for the control of *Polyphagotarsonemus latus*, *Tetranychus urticae* and *Myzus persicae*.** Advisor: Madelaine Venzon. Co-Advisor: Maira Christina Marques Fonseca.

The broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae), the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and the green peach aphid *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) are polyphagous and cosmopolitan crop pests which are of great importance for causing serious damage to several crops. In conventional systems, control of such pests has been made by using synthetic acaricides and insecticides. However, using solely agrochemicals may not offer a proper control, and it may sort resistant individuals, besides causing inconveniences to the environment and man health. The use of alternative products instead of agrochemicals for pest control has been increasing, notably due to the increased organic production. Aiming to minimize the effects caused by agrochemicals, plant extracts are being used as an alternative to food production. Vegetable extracts are more compatible with the other management practices, in addition to allow the survivor and better performance of natural enemies. Therefore, here we evaluated the toxicity of chili pepper seeds (*Capsicum frutescens* L.), corianderseeds (*Coriandrum sativum*) and marigold extracts (*Calendula officinalis* L.), chosen among six plant species, after preliminary tests of sub-lethal effects, on the broad mite, on the two-spotted spider mite, on the green peach aphid and on the generalist predator, *Chrysoperla externa*. Initially, laboratory experiments were performed to assess the lethal and sub-lethal effects of the three extracts on those arthropods. After that, we evaluated, in greenhouse, the efficiency of the vegetable extracts to control the population growth of the herbivorous. The information achieved in these assessments was divided in two chapters. On chapter 1, we evaluated the toxicity of the vegetable extracts on the broad mite and on the two-spotted spider mite. On chapter 2, we assessed the toxicity of the vegetable extracts on the green peach aphid and on its predator, *C. externa*. In the laboratory, the chili peper and coriander seed hydroalcoholicextracts, in concentration higher than 10 mg/mL, decreased the instantaneous population growth rate of the broad mite, lead to repellency of the adults and caused no-preference for oviposition on substrates treated with the extracts. The marigold extract did not decreased the

instantaneous population growth rate of the broad mite, but it caused repellency of the adults and no-preference for oviposition on the substrate treated with the extract, except for the concentration of 50 mg/mL. As for the two-spotted spider mite, all the extracts caused decrease in the instantaneous population growth rate, without, however, achieving the population stability. In greenhouse, the chili pepper and coriander hydroalcoholic extracts, in a concentration of 100 mg/mL and marigold extract in a concentration of 50 mg/mL did not extinguish the populations of broad mite and two-spotted spider mites. Nevertheless, population growth of the broad mite was lower in plants sprayed with marigold extract; for the two spotted spider mite population, growth was lower in plants sprayed with coriander seed extract. All extracts, in all tested concentrations, showed repellency for the green peach aphid. In the evaluation of instantaneous population growth rate of the green peach aphid, only the chili pepper extract induced population decrease. In the greenhouse, none extract reduced the green peach aphid population, nevertheless, the coriander extract retarded its growth. Hydroalcoholic extracts of chili pepper seeds, coriander seed and marigold in the concentration of 10 mg/mL were selective for the predator *C. externa*. In general, the chili pepper, coriander and marigold hydroalcoholic extracts are promising for the control of the arthropods studied here, however, it is necessary to test higher concentrations to reduce broad mite, two-spotted spider mite and green peach aphid populations. New essays testing the concentrations that stops population growth need to be carried out, as well as the assessment of the selectivity of such concentrations for the predator *C. externa*.

INTRODUÇÃO GERAL

O uso de produtos derivados da indústria química no controle de pragas na agricultura tem sido questionado. Problemas advindos do uso indiscriminado de agrotóxicos sobre a natureza e o homem, tais como poluição da água e do ar, a contaminação de alimentos, o aumento da resistência de pragas aos produtos e seus efeitos sobre as plantas, os animais e o homem, aumentaram o interesse pelos métodos alternativos, dentre eles, o uso de extratos de plantas ou produtos naturais de origem vegetal (Souza, 1998; Moreira et al., 2005).

Existe um grande número de espécies vegetais cuja atividade inseticida tem sido estudada, principalmente espécies das famílias Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Solanaceae, Apiaceae, Annonaceae, Lamiaceae e Canellaceae (Jacobson, 1989). Estas plantas apresentam metabólitos secundários que estão relacionados com mecanismos de defesa das plantas e com a atração ou repulsão de diferentes insetos (Coley & Barone, 1996; Hochuli, 2001; Silva et al., 2010).

Os efeitos dos inseticidas de origem vegetal sobre os insetos são variáveis. Podem causar mortalidade, repelência, esterilidade, redução da alimentação e modificação no comportamento e desenvolvimento (Arnason et al., 1990; Bell et al., 1990). No Egito e na China há 3.200 anos, inseticidas derivados de plantas eram usados em aplicações diretas ou por fumigação em pragas de grãos armazenados, mas após a segunda guerra mundial, com o aparecimento dos inseticidas sintéticos, o uso de inseticidas de origem botânica foi reduzido (Isman, 2006). O interesse em desenvolver novas pesquisas e utilizar produtos de origem botânica no manejo de pragas está crescendo e, atualmente, têm-se produtos reconhecidamente eficientes como, por exemplo, o nim (Moreira et al., 2005; Venzon et al., 2010; Silva et al., 2010).

A geração de conhecimento sobre o uso de extratos de plantas é fundamental em programas de manejo integrado de pragas, tendo em vista que o desenvolvimento de tecnologias de fácil preparo e de baixo custo aos produtores rurais, possibilita menor uso de insumos externos no sistema de produção (Barbosa et al., 2007). Portanto, faz-se necessário identificar o potencial inseticida

das plantas, o método de extração adequado, e as concentrações ideais que sejam tóxicas a insetos-praga, mas que sejam seletivas a inimigos naturais.

Visando à utilização de estratégias de controle ecológico, neste trabalho investigou-se o potencial inseticida e acaricida de algumas plantas. As espécies vegetais testadas foram selecionadas pelas indicações de utilização popular como inseticidas, pela facilidade de cultivo e coleta em campo. Foram inicialmente selecionadas três Asteraceas: *Baccharis dracunculifolia* DC. (alecrim-do-campo), *Calendula officinalis* L. (calêndula) *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. (arnica brasileira); uma Anacardiaceae: *Schinus terebinthifolius* Raddi. (aroeirinha); uma Solanaceae: *Capsicum frutescens* L. (pimenta malagueta) e uma Apiaceae: *Coriandrum sativum* (coentro). Após testes preliminares, verificou-se que as plantas com resultados mais promissores para serem investigados foram a calêndula, a pimenta malagueta e o coentro.

A calêndula é uma espécie herbácea, anual, originária da região mediterrânea, amplamente cultivada em várias partes do mundo para fins ornamentais, cosméticos e medicinais (Ramos et al., 1998). No Brasil, a espécie é popularmente conhecida como calêndula, calêndula-hortense, maravilha-dos-jardins, malmequer ou verrucária. Estudo fitoquímico realizado com as flores e com os receptáculos de calêndula confirmaram a presença de um amplo espectro de compostos químicos, sobretudo das classes dos flavonoides, saponinas, terpenos e carotenoides (Valdéz & García, 1999). Carvalho et al. (2008) citaram que o extrato de *C. officinalis* causou mortalidade no teste de efeito residual em *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae).

A pimenta malagueta se caracteriza por seus frutos extremamente picantes. É utilizada como tempero, conservante de alimentos, planta ornamental e para fins medicinais (Santos et al., 1988). As plantas contêm ácido hidroxibenzoico, ácido hidroxicinâmico e ácido ascórbico e os frutos cerca de 1% de capsaicina, que é a substância responsável pela reação picante da pimenta malagueta (Khare, 2007). A atividade inseticida de frutos de pimenta já foi testada em alguns trabalhos e o seu efeito tóxico foi observado comprometendo a oviposição e o crescimento de *Delia antiqua* (Diptera: Anthomyiidae) e *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) (Vinayaka et al., 2010; Cowles et al., 1989; Weissenberg et al., 1986).

O coentro é conhecido como planta aromática, medicinal e condimentar. É uma hortaliça amplamente consumida no Brasil especialmente nas regiões Norte e Nordeste. Os frutos ou sementes secos são ricos em óleos essenciais, os quais são largamente empregados na indústria alimentícia para a fabricação de licores, doces e condimentos, bem como na indústria de perfumes e cosméticos. Apresenta monoterpenos em seus óleos essenciais (Bhuiyan et al., 2009). O monoterpeno linalol é o constituinte químico majoritário do óleo essencial de *C. sativum* (Burdok & Carabin, 2009). A elevada toxicidade de linalol, acetato de linalil e de 1,8-cineol foi relatado contra o gorgulho do arroz *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) e o besourinho dos cereais *Rhyzopertha dominica* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae) (Rozman, et al., 2007).

Na avaliação do efeito acaricida e inseticida destas plantas, foram escolhidos dois ácaros, um afídeo e um predador. Os ácaros selecionados foram o ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae), e o ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae); o pulgão-verde *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) e o predador, o crisopídeo *Chrysoperla externa* Hagen (Neuroptera: Chrysopidae). Os fitófagos utilizados foram escolhidos por serem pragas cosmopolitas e polífagas de difícil controle e que atacam diversas culturas de importância agrícola, principalmente as hortaliças. E em relação ao crisopídeo, o mesmo foi escolhido por ser um predador generalista, presente em diversos agroecossistemas (Albuquerque et al., 1994; Venzon et al., 2006) e representa o organismo não-alvo do nosso estudo.

A utilização de produtos seletivos, ou seja, aqueles que controlam as pragas sem, no entanto, afetar negativamente as populações de inimigos naturais nas culturas, constitui uma importante estratégia de manejo, pois muitas vezes os predadores apresentam maior suscetibilidade aos compostos do que suas presas (Free et al., 1989; Degrande et al., 2002).

Neste trabalho, objetivou-se avaliar a toxicidade de diferentes concentrações dos extratos hidroalcoólicos de flores de calêndula, sementes de pimenta malagueta e sementes de coentro sobre os ácaros *P. latus*, *T. urticae*, o afídeo *M. persicae* e o predador *C. externa*.

REFERÊNCIAS

Albuquerque, G.S.; Tauber, C.A.; Tauber, M.J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. *Biological Control*, 4: 8-13, 1994.

Arnason, J.T.; Philogène, B.J.R.; Morand, P. Insecticide of plant origin. Washington, DC, American Chemical Society, 387: 214, 1990.

Barbosa, F.S. Plantas medicinais: efeito sobre insetos-praga e seus inimigos naturais. Montes Claros: UFMG, 2007. 81p. (Tese Mestrado).

Bell, A.; Fellows, L.E.; Simmonds, M.S.J. Natural products from plants for the control of insect pests. In: Hodgson, E.; Kuhr, R.J. Safer insecticide development and use. New York and Basel, Marcel Dekker, 337-383, 1990.

Bhuiyan, N.; Begum, J.; Sultana, M. Chemical composition of leaf and seed essential oil of *Coriandrum sativum* L. from Bangladesh. *Bangladesh Journal Pharmacology*, 4: 150-153, 2009.

Carvalho, T.M.B.; Reis, P.R.; Oliveira, D.F.; Carvalho, G.A.; Carvalho, D.A. Avaliação de extratos vegetais no controle de *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae) em laboratório. *Coffee Science*, Lavras, 3: 94-103, 2008.

Coley, P.D.; Barone, J.A. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27: 305-335, 1996.

Cowles, R.S.; Keller, J.E.; Miller, J.R. Pungent spices, ground red pepper, and synthetic capsaicin as onion fly ovipositional deterrents. *Journal Chemical Ecology*, 15: 719-730, 1989.

Degrande, P.E.; Reis, P.R.; Carvalho, G.A.; Belarmino, L.C. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa-Ferreira, B.S.; Bento, J.M.S. Controle biológico no Brasil. São Paulo, Manole, 71- 93, 2002.

Free, D.J.; Archibald, D.E.; Morrison, R.K. Resistance to insecticides in the common green lacewing *Chrysoperla carnea* (Neuroptera, Chrysopidae). In: Southern Ontario. Journal of Economic Entomology, 82: 29-34, 1989.

Hochuli, D.F. Insect herbivory and ontogeny: How do growth and development influence feeding behavior, morphology and host use. Austral Ecology, 26: 563-570, 2001.

Isman, M.B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annual Review of Entomology, 51: 45-66, 2006.

Jacobson, M. Botanical pesticides: past, present and future. In: Arnason, J.T.; Philogène, B.J.R.; Morand, P. Insecticide of plant origin. Washington, DC, American Chemical Society, 387: 69-77, 1989.

Khare C.P.; Indian Medicinal Plants: An Illustrated Dictionary. Springer Verlag, Berlin, 2007.120p.

Moreira, M.D.; Picanço, M.C.; Silva, E.M.; Moreno, S.C.; Martins, J.C. Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. In: Venzon, M.; Júnior, T.J.P.; Pallini, A. Controle alternativo de pragas e doenças, 89-120, 2005.

Moreira, M.D. Isolamento, identificação e atividade inseticida de constituintes químicos de *Ageratum conyzoides*. (Tese de Mestrado em Entomologia) - Viçosa, UFV, 60, 2005.

Ramos, A.; Edreira, A.; Vizoso, A.; Betancourt, J.; López, M.; Décalo, M. Genotoxicity of the extract of *Calendula officinalis* L. Journal Ethnopharmacology, 61: 49-55, 1998.

Rozman, V.; Kalinovic, I.; Korunic, Z. Toxicity of naturally occurring compounds of Lamiaceae and Lauraceae to three storedproduct. Journal of Stored Products Research 43: 349-355, 2007.

Santos, J.H.R. dos; Gadelha, J.W.R.; Carvalho, M.L.; Pimentel, J.V.F.; Júlio, P.V.M.R. Controle alternativo de pragas e doenças. Fortaleza, UFC, 1988. 216p.

Silva, M.B.; Morandi, M.A.B.; Júnior, T.J.P.; Venzon, M.; Fonseca, M.C.M. Extratos de plantas e seus derivados no controle de doenças e pragas. In: Venzon, M.; Júnior, T.J.P. Pallini, A. Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica, 2010. p. 33-53, 2010.

Souza, J. L. Agricultura Orgânica. Tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória: EMCAPA, 1998.

Valdéz, H.L.; García, R.P. *Calendula officinalis*. Revista Cubana de Farmácia, 33: 188-194, 1999.

Venzon, M.; Rosado, M.C.; Euzébio, D.E.; Souza, B.; Schoereder, J.H. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Neotropical Entomology, 35: 371-376, 2006.

Venzon, M.; Paula Júnior, T.J.; Pinto, C.M.F.; Oliveira, R.M.; Bonomo, I.S. Insumos alternativos para o controle de pragas e doenças. Informe agropecuário, 31: 108-115, 2010.

Vinayaka, K.S.; Prashith, K.T.R.; Nandini, K.C.; Rakshitha, M.N.; Ramya, M.; Shruthi, J.; Nagashree, G.R.; Anitha, B.; Martis, R. Potent insecticidal activity of fruits and leaves of *Capsicum frutescens* (L.) var. longa (Solaneceae). Der Pharmacia Lettre, 2: 172-176, 2010.

Weissenberg, M.; Klein, M.; Meisner, J.; Sscher, K.R.S. Larval growth inhibition of the spiny bollworm, *Earias insulana*, by some steroidal secondary plant compounds. Entomologia Experimentalis et Applicata, 42: 213-217, 1986.

CAPÍTULO 1

Toxicidade de extratos vegetais ao ácaro-branco e ao ácaro-rajado

RESUMO- Avaliou-se a toxicidade dos extratos hidroalcoólicos de sementes de pimenta malagueta, sementes de coentro e flores de calêndula sobre o ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* e o ácaro-rajado *Tetranychus urticae*. Foram realizados testes em laboratório para avaliação dos efeitos sub-letais, através da estimativa da taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) e avaliação do efeito repelente de diferentes concentrações dos extratos vegetais. Posteriormente, foi testada a eficiência desses produtos em casa de vegetação. Em laboratório, os extratos de pimenta malagueta e coentro em concentrações maiores que 10 mg/mL, influenciaram significativamente a diminuição da taxa instantânea de crescimento populacional do ácaro-branco. Além disso, esses extratos, em todas as concentrações, apresentaram efeito repelente ao ácaro-branco e não preferência por ovipositar em discos foliares tratados. Para o ácaro-rajado, todos os extratos tiveram efeito repelente, interferiram na oviposição e causaram decréscimo na taxa instantânea de crescimento populacional sem, no entanto, atingir a estabilidade com o $r_i = 0$. Em casa de vegetação, os extratos hidroalcoólicos de pimenta malagueta e coentro na concentração de 100 mg/mL e calêndula, a uma concentração de 50 mg/mL, não extinguiram a população do ácaro-branco e do ácaro-rajado. Contudo, o crescimento populacional do ácaro-branco foi menor nas plantas pulverizadas com o extrato de calêndula e o crescimento populacional do ácaro-rajado foi controlada com a aplicação do extrato hidroalcoólico de coentro.

Palavras-Chave: Ácaro-branco, ácaro-rajado, *Capsicum frutescens*, *Coriandrum sativum*, *Calendula officinalis*.

2. INTRODUÇÃO

O ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae), é uma praga de tamanho reduzido (0,11 a 0,17 mm), curto período de vida (aproximadamente 5 dias), e com habitação em locais protegidos na planta. Esse ácaro ataca, preferencialmente, a face abaxial das primeiras folhas e o ponteiro. As plantas atacadas apresentam folhas curvadas para baixo, ressecadas e bronzeadas, as quais podem cair prematuramente. Além disso, as plantas geralmente apresentam flores e frutos deformados (Gerson, 1992; Weintraub et al. 2003). Esses sintomas podem se manifestar rapidamente, indicando que um número reduzido de ácaros é suficiente para provocar prejuízos econômicos (Basset, 1981). O ácaro-branco tem como hospedeiro mais de 60 famílias de plantas e seu ataque é facilitado pelo modo como se dissemina, seja pelo vento, estruturas vegetais infestadas ou pela relação forética com moscas-brancas e pulgões (Fan & Petitt, 1998).

Outro ácaro polífago de importância agrícola é o ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). O desenvolvimento de ovo à fase adulta acontece em torno de duas semanas. Após a colonização das plantas, o ácaro-rajado tece na face inferior das folhas um entrelaçado de fios de seda que posteriormente apresenta característica de uma teia. Sobre essa teia a fêmea realiza a oviposição, podendo também depositar seus ovos diretamente sobre a superfície foliar (Moraes & Flechtmann, 2008). O ácaro-rajado tem preferência pelas folhas da região mediana e basal das plantas. Os sintomas associados à alimentação do ácaro-rajado nas células da epiderme foliar são geralmente evidenciados pelo bronzeamento das folhas. Em altas infestações, as folhas perdem a capacidade fotossintética, tornam-se necróticas, caem e os danos refletem em prejuízos na produção (Devine et al., 2001).

Nos cultivos convencionais, o controle dos ácaros tem sido feito com o uso de acaricidas sintéticos. No entanto, o uso exclusivo de agrotóxicos pode não oferecer um controle satisfatório, selecionar indivíduos resistentes, e causar inconvenientes ambientais e ao homem (Venzon et al., 2010).

O uso de produtos alternativos em substituição aos agrotóxicos no controle de pragas tem aumentado, especialmente em decorrência do crescimento da produção orgânica no país. Em geral, os produtos alternativos possuem baixa toxicidade ao homem, são de fácil preparação ou aquisição e aceitos pela maioria das certificadoras de produtos orgânicos e/ou ecológicos. Isso faz com que haja grande utilização desses produtos em sistemas familiares de cultivo (Venzon et al., 2010).

Alguns óleos e extratos vegetais têm sido testados no controle do ácaro-branco e do ácaro-rajado. Produtos comerciais à base de nim mostraram eficiência superior a 80% na redução populacional de *P. latus* em casa de vegetação, em plantas de pimenta malagueta (Brito, 2010). Extratos de *Allium cepa* (Alliaceae), *Agave angustifolia* (Agavaceae) e produtos à base de óleo de nim, causaram mortalidade superior a 83% em *T. urticae* (Veronez et al., 2012). Os extratos etanólicos obtidos a partir de folhas e sementes de *Datura stramonium* L. (Solanaceae) causaram efeitos sub-letais em *T. urticae* (Kumral et al., 2009).

Inicialmente foram selecionadas para os experimentos, três Asteraceas: *Baccharis dracunculifolia* DC. (alecrim-do-campo), *Calendula officinalis* L. (calêndula) e *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. (arnica brasileira); uma Anacardiaceae: *Schinus terebinthifolius* Raddi. (aroeirinha); uma Solanaceae: *Capsicum frutescens* L. (pimenta malagueta) e uma Apiaceae, *Coriandrum sativum* (coentro). Devido à ausência de toxicidade de alguns extratos aos ácaros, nas doses testadas em avaliações preliminares, as plantas selecionadas para os experimentos foram: calêndula, pimenta malagueta e coentro.

A calêndula (*C. officinalis*), a pimenta malagueta (*C. frutescens*) e o coentro (*C. sativum*), apresentam constituintes químicos com potencial efeito inseticida/acaricida, sendo testados em alguns artrópodes. Carvalho et al. (2008) citam que o extrato de *C. officinalis* causou mortalidade no teste de efeito residual em *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae). A atividade inseticida dos frutos secos de pimenta malagueta foi testada em larvas de *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) e apresentou toxicidade em larvas de segundo ínstar (Vinayaka et al., 2010). O composto linalol, presente no óleo essencial extraído de plantas das famílias Lamiaceae e Lauraceae, também encontrado nas sementes de coentro, diminuiu as populações do gorgulho do arroz *Sitophilus*

oryzae (L.) (Curculionidae) e do besourinho dos cereais, *Rhizopertha dominica* (Fabr.) (Bostrichidae) (Rozman et al. 2007).

Neste trabalho, avaliou-se a toxicidade de extratos hidroalcoólicos de flores de calêndula, sementes de pimenta malagueta e sementes de coentro sobre os ácaros-branco e rajado. Inicialmente, realizou-se experimentos em laboratório para verificar os possíveis efeitos letais e sub-letais desses extratos sobre os ácaros. Posteriormente, avaliou-se, em casa de vegetação, a eficiência dos extratos no controle do crescimento populacional do ácaro-branco em plantas de pimenta malagueta e do ácaro-rajado em plantas de feijão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1-Obtenção dos extratos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Unidade Regional EPAMIG Zona da Mata (UREZM) e no campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa (MG).

Frutos de pimenta malagueta foram obtidos do plantio em sistema orgânico na Fazenda Experimental de Oratórios, Minas Gerais (EPAMIG/UREZM). Sementes de coentro e flores desidratadas de calêndula foram adquiridas no comércio local de produtos naturais em Viçosa, Minas Gerais, após a visualização do laudo técnico comprovando a procedência e o procedimento efetuado na secagem.

Para obtenção dos extratos, foram testadas as metodologias de extração usando como solvente álcool 92,8°, álcool 99,5°, álcool 70%, álcool 30% e DMSO (dimetil sulfóxido) a 2%. O aparelho utilizado para a extração nos primeiros testes foi um liquidificador para triturar as partes vegetais com os solventes. Após vários testes, verificou-se que a metodologia mais eficiente e de fácil execução foi a utilização de álcool 30% (70 mL de água destilada e 30 mL de álcool absoluto). A literatura recomenda este solvente por ser capaz de extrair

compostos polares e apolares e por otimizar a extração de flavonoides e outros compostos fenólicos, diminuindo a concentração de interferentes lipofílicos no extrato (Rodrigues et al., 2004). Sendo assim, os extratos utilizados no experimento foram obtidos a partir de 5g de flores de calêndula (secas em estufa a 40°C e trituradas em liquidificador) e 100 mL de álcool 30%; 10g de sementes de pimenta malagueta e 100 ml de álcool 30% e 10g de sementes de coentro e 100 mL de álcool 30%; formando soluções estoque de 50 mg/mL para a calêndula e 100 mg/mL para as sementes de pimenta e coentro. Foi utilizado somente 5g de flores secas de calêndula pela dificuldade de triturá-las com o álcool. Uma quantidade maior de flores deixa a solução mais densa e de difícil homogeneização.

Os extratos foram preparados em sistema ultra-turrax (tipo Polytron) à temperatura ambiente, deixando a solução em agitação e turboextração, na velocidade três, durante três minutos. Esta ação foi repetida três vezes. Após este processo, os extratos foram armazenados, à temperatura ambiente, por dois dias e agitado manualmente a cada 24 horas a fim de se obter uma melhor homogeneização do extrato. Após 48 horas, os extratos foram filtrados em tecido *voil* com duas camadas e armazenados em vidro âmbar sob refrigeração e utilizados em até quatro semanas após a filtração.

3.2-Criação dos artrópodes

O ácaro-branco *P. latus* foi obtido da criação mantida em casa de vegetação na EPAMIG-UREZM, Viçosa, MG. As plantas de pimenta malagueta (*C. frutescens*) que sustentaram a criação foram obtidas por semeadura em bandeja de isopor (128 células) em substrato comercial (Tropstrato®). Após 30 dias da emergência, as plantas foram transplantadas individualmente para vasos (1 L) e infestadas com fêmeas adultas de *P. latus* com o auxílio de um pincel fino. Posteriormente, as plantas foram mantidas em gaiolas de estrutura de madeira (0,70 x 0,70 x 0,70 m) revestidas com tela tipo organza (90 µm). Quando a população de ácaro-branco estava em grande quantidade e as plantas começavam a apresentar folhas curvadas para baixo, ressecadas e bronzeadas, novas plantas foram colocadas dentro das gaiolas para infestação natural.

Obteve-se o ácaro *T. urticae* utilizado nos bioensaios da criação mantida em folhas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* L.). As folhas foram dispostas sobre espuma de polietileno, submersa em bandeja de plástico (25 x 15 x 5 cm) contendo água e circundadas com algodão úmido para evitar a fuga dos ácaros e manter a turgescência das folhas. As arenas foram mantidas em câmara climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e 12 horas de fotofase. Folhas velhas e/ou com grande quantidade de ácaros eram recortadas e colocadas sobre folhas novas para a infestação natural dos ácaros.

3.3 -Experimentos

3.3.1- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i)

Na obtenção de dados para o cálculo do r_i do ácaro-branco, discos de folhas de pimenta malagueta, com 3 cm de diâmetro, foram imersos por cinco segundos nos extratos hidroalcoólicos de sementes de pimenta e sementes de coentro, nas concentrações de 10, 25, 40, 70 e 100 mg/mL. Como a solução estoque de calêndula era de 50 mg/mL, as diluições foram feitas até chegarem às concentrações de 5, 10, 25, 40 e 50 mg/mL. Estas diluições foram calculadas pela fórmula química $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$ onde, C_1 e V_1 são a concentração e o volume iniciais, respectivamente, e C_2 e V_2 , a concentração e volume finais, respectivamente. Como controle, foi utilizada água destilada em todos os tratamentos. Após a imersão e secagem à temperatura ambiente, os discos de folhas de pimenta foram transferidos para arenas, constituídas de placas de Petri, contendo algodão úmido no fundo e em torno dos discos para evitar a fuga dos ácaros. Transferiram-se, com a ajuda de um pincel fino, cinco fêmeas adultas do ácaro-branco por disco. As fêmeas adultas foram identificadas pela diferenciação das larvas, as quais são de coloração verde esbranquiçada, apresentam três pares de pernas e movimentação lenta. Para cada extrato testado, foram feitas cinco repetições por concentração, sendo que cada repetição foi representada por um disco de folha de pimenta malagueta contendo cinco fêmeas do ácaro branco.

A mesma metodologia descrita para o ácaro-branco foi utilizada para o ácaro-rajado, exceto com relação ao substrato, onde se utilizou discos de folha de

feijão-de-porco (o ácaro-rajado se desenvolve melhor em feijão-de-porco e suas folhas são mais resistentes ao ressecamento e deterioração).

Os discos de folhas de pimenta malagueta e feijão-de-porco tratados foram mantidos em sala climatizada (25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ UR e 14 horas de fotofase). Após sete dias, o número total de fêmeas adultas do ácaro-branco e do ácaro-rajado, assim como de seus estágios juvenis foi contabilizado. Com base nesta contagem, a taxa instantânea de crescimento populacional (r_i), que estima o crescimento de uma população através da análise da sobrevivência e fecundidade, foi calculada. Essa taxa é definida como uma medida direta de crescimento de uma população em um determinado período de tempo (Walthall & Stark, 1997). O valor positivo de r_i significa que a população está em crescimento, $r_i = 0$ indica que estabilidade populacional, enquanto um valor negativo de r_i indica que a população está em declínio e/ou em vias de extinção. O r_i é calculado pela seguinte fórmula:

$$r_i = \ln (N_f / N_0) / \Delta t$$

Onde: N_f é o número final de formas imaturas e adultos do artrópode, N_0 é o número inicial de fêmeas transferidas para cada disco e Δt é o período de duração do experimento, ou seja, o tempo de exposição dos ácaros aos produtos (Walthall & Stark, 1997). Os dados foram submetidos à análise de regressão ($P < 0,05$). As análises foram realizadas no programa estatístico R 2.15.2 (R Development Core team 2012).

3.3.2- Efeito de repelência

Na avaliação do efeito repelente dos extratos, em folhas de pimenta malagueta e feijão-de-porco recortadas em discos de 3 cm (tomando-se o cuidado de manter centralizada a nervura principal) foram pincelados um semicírculo com os extratos hidroalcoólicos de sementes de pimenta e sementes de coentro nas concentrações de 10, 40, 70 e 100 mg/mL, na face abaxial. Como a solução estoque de calêndula estava em 50 mg/mL, as concentrações foram as seguintes: 10, 25, 40 e 50 mg/mL. Em todos os discos foliares, o semicírculo não pincelado com extrato foi pincelado com água destilada como controle. Após a pincelagem e secagem à temperatura ambiente, os discos foram transferidos para arenas,

constituídas de placas de Petri, contendo algodão úmido no fundo e em torno dos discos para evitar a fuga dos ácaros.

No experimento com o ácaro-branco, dez fêmeas adultas foram transferidas para a nervura central de cada disco, utilizando-se um pincel fino. No experimento com o ácaro-rajado, foram transferidas dez fêmeas adultas para a base de um alfinete fixado na nervura central, de cada disco. O alfinete foi usado para evitar o contato direto dos ácaros com os extratos. Para o ácaro-branco esta metodologia não foi utilizada para evitar o risco de morte dos indivíduos por esmagamento na base do alfinete, já que *P. latus* é de difícil visualização. Os tratamentos foram repetidos cinco vezes, sendo cada repetição representada por um disco foliar de pimenta malagueta ou de feijão-de-porco contendo 10 ácaros.

Os tratamentos foram mantidos em sala climatizada (25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ UR e 14 horas de fotofase). Após 2 e 24 h, o número total de fêmeas adultas, larvas e ovos dos ácaros foram contabilizados em cada metade do disco.

Os dados de repelência dos adultos foram submetidos à análise de modelo linear generalizado (GLM) para tabelas de contingência simples, com distribuição de erros tipo Poisson, e os dados de oviposição foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com $\alpha = 0,05$. As análises foram realizadas com o programa estatístico R 2.15.2 (R Development Core team 2012).

3.3.3- Eficiência dos extratos hidroalcoólicos no controle dos ácaros em casa de vegetação

Experimentos para o controle do ácaro-branco e do ácaro-rajado em casa de vegetação foram realizados visando avaliar a eficiência dos extratos vegetais. No experimento com o ácaro-branco, sementes de pimenta malagueta foram semeadas em bandejas de isopor de 128 células com substrato comercial (Tropstrato®). Após 45 dias da emergência, as plantas foram transplantadas individualmente para vasos de 500 mL contendo substrato comercial e em seguida, infestadas com 12 ácaros por planta (quatro ácaros em três folhas novas, previamente marcadas). Três dias depois, 32 plantas, divididas em quatro tratamentos com oito repetições cada, foram pulverizadas com água, extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta a 100 mg/mL, extrato

hidroalcoólico de sementes de coentro também a 100 mg/mL e extrato hidroalcoólico de flores de calêndula à 50 mg/mL. Estas concentrações foram escolhidas por serem os valores máximos testados em laboratório.

No experimento com ácaro-rajado, sementes de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) foram plantadas diretamente em vasos de 500 mL contendo substrato. Após 17 dias, 12 ácaros foram colocados na primeira folha com três folíolos, sendo quatro ácaros em cada folíolo. Após três dias de infestação, as plantas foram pulverizadas conforme a metodologia utilizada para o ácaro-branco.

As pulverizações foram realizadas com o auxílio de um pulverizador manual da marca Brudden[®] modelo S.S com capacidade de cinco litros, diâmetro do bocal de 60 mm, provido com um bico do tipo cone regulável e pressão máxima de trabalho de 14 kgf/cm² ou 200 lb/pol². A duração das pulverizações em cada planta foi definida até o ponto onde ocorresse uma perfeita cobertura, sem, no entanto, haver escorrimento do extrato nas folhas.

Após as pulverizações, feitas no período da manhã, as plantas ficaram expostas à temperatura ambiente por cinco horas para secagem das folhas e, findo este período, uma folha foi retirada para contagem dos ácaros. Após três e sete dias, a segunda e a terceira folha, respectivamente, foram retiradas, tanto das plantas de pimenta malagueta quanto das folhas de feijão, para contabilizar o número de adultos vivos, larvas, pupas e ovos dos ácaros.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos representados pelos três extratos na concentração de 100 mg/mL (calêndula e coentro), 50 mg/mL (calêndula) e pelo controle com água destilada, e oito repetições. Cada repetição foi representada por uma planta de feijão ou de pimenta malagueta acondicionada em vaso. Os dados correspondentes às populações de ácaro-branco e ácaro-rajado foram submetidos à análise de modelos mistos (LMER) com distribuição de erros tipo Poisson, com o tempo como fator aleatório para corrigir a pseudo-repetição devida às medidas repetidas (Crawley 2007).

4. RESULTADOS

4.1- Ácaro-branco

4.1.1- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i)

A taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) para o ácaro *P. latus* decresceu linearmente com o aumento das concentrações dos extratos hidroalcoólicos de pimenta malagueta ($F_{1,27} = 26,654$; $p < 0,0001$, $r^2 = 0,4968$; $y = -0,0016589x + 0,23$; Fig. 1) e coentro ($F_{1,21} = 8,455$; $p < 0,05$; $r^2 = 0,2871$; $y = -0,0025547x + 0,18$; Fig. 2). Para o extrato hidroalcoólico de calêndula, não houve relação entre o crescimento populacional do ácaro-branco e as concentrações do extrato ($F_{1,24} = 1,0695$; $P > 0,05$; $r^2 = 0,0426$; $y = 0,001172x + 0,14$; Fig. 3). O extrato de coentro foi o único que promoveu a estabilidade da população do ácaro-branco ($r_i = 0$) nas concentrações testadas (70 mg/mL) (Fig. 2).

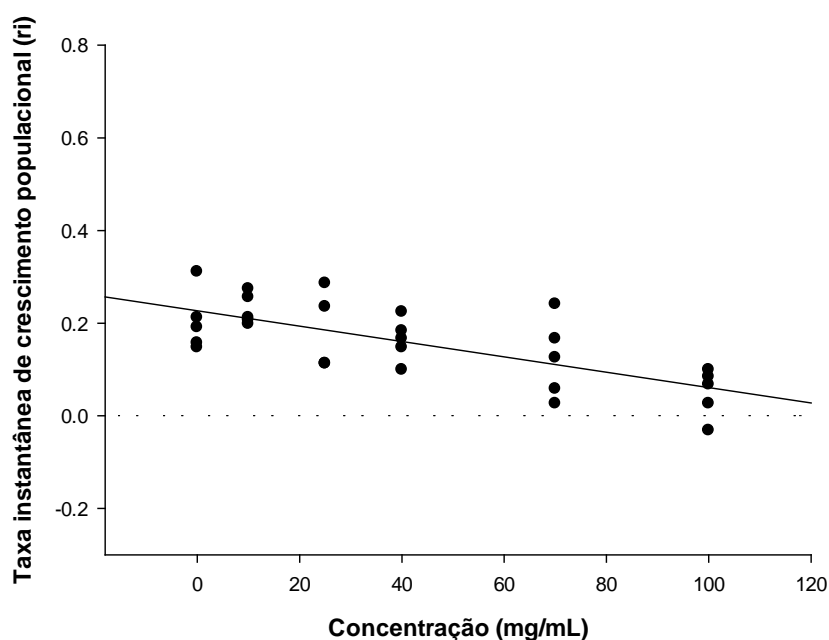


Figura 1- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta ($F_{1,27} = 26,654$; $P < 0,0001$; $r^2 = 0,4968$; $y = -0,0016589x + 0,23$).

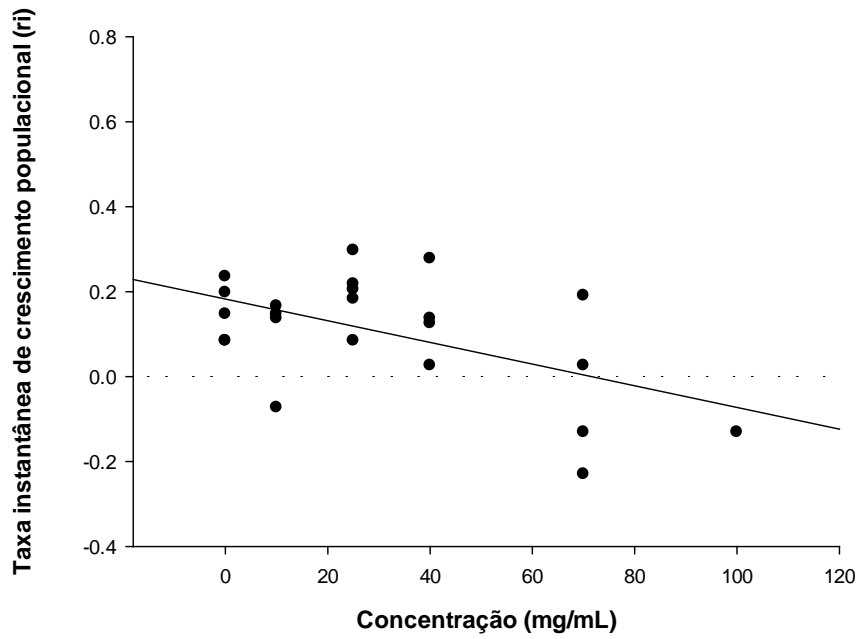


Figura 2- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de sementes de coentro ($F_{1,21} = 8,455$; $P < 0,05$; $r^2 = 0,2871$; $y = -0,0025547x + 0,18$).

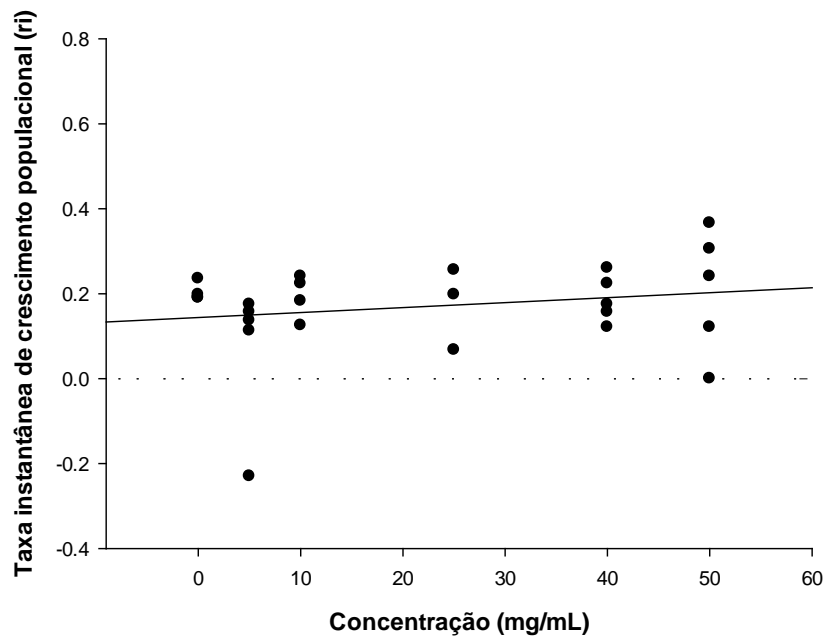


Figura 3- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de flores de calêndula ($F_{1,24} = 1,0695$; $P > 0,05$; $r^2 = 0,0426$; $y = 0,001172x + 0,14$).

4.1.2- Efeito de repelência

O extrato hidroalcoólico de pimenta malagueta apresentou efeito repelente ao ácaro-branco em todas as concentrações testadas, tanto nas avaliações das 2h quanto na de 24h (10 mg/mL: Dev 7,894 df= 1 p= 0,0049, 40 mg/mL: Dev=28,698 df=1 p<0,0001, 70mg/mL: Dev=20,377 df=1 p<0,0001, 100 mg/mL: Dev=42,994 df=1 p<0,0001). A concentração de 10 mg/mL apresentou interação do extrato com o tempo, mostrando que na avaliação às 24h os ácaros-branco migraram para o lado não tratado com o extrato de pimenta malagueta (Dev= 4,803 df= 1 p= 0,028) (Fig. 4). Os extratos de pimenta malagueta também tiveram efeito sobre a preferência de oviposição dos ácaros. Na avaliação feita às 2h, os ácaros não ovipositaram em nenhum semicírculo do disco foliar e após as 24h, houve oviposição somente no semicírculo tratado com água (Fig. 5).

O extrato hidroalcoólico de coentro promoveu repelência nas concentrações de 40 mg/mL (Dev=20,263 df=1 p<0,0001), 70 mg/mL (Dev=32,1 df=1 p<0,0001) e 100 mg/mL (Dev=41,090 df=1 p<0,0001). Nesta última concentração houve interação entre o extrato e o tempo (Dev= 4,243 df=1 p<0,0394) ou seja, o efeito repelente foi mais evidente na avaliação após 24 h. Na concentração de 10 mg/mL, não houve diferença significativa entre o semicírculo com água e o semicírculo com extrato (Dev=3,287 df=1 p<0,0698; Fig. 6). As fêmeas do ácaro-branco preferiram ovipositar na metade do disco não tratado com o extrato, em todas as concentrações. Somente na concentração de 10mg/mL, avaliada às 24h, houve oviposição nas metades tratadas e não tratadas do disco foliar, contudo houve diferença estatística em relação ao controle ($F_{1,8}=25,79$ p<0,001; Fig. 7).

O extrato hidroalcoólico de calêndula apresentou efeito repelente para os adultos em todas as concentrações (10 mg/mL: Dev=8,692 df=1 p=0,0032 ou p<0,01, 25 mg/mL: Dev=61,352 df=1 p<0,0001, 40 mg/mL: Dev=20,215 df=1 p<0,0001 e 50 mg/mL: Dev=40,340 df=1 p<0,0001). Na concentração de 50 mg/mL, ocorreu interação entre o tratamento e o tempo , ou seja, os adultos migraram para o semicírculo tratado com água na avaliação das 24h (Dev=3,697 df=1 p<0,054; Fig. 8). Na avaliação às 2h, nenhum ovo foi depositado em

qualquer lado do substrato. Já para a avaliação às 24h, só não houve oviposição na metade do disco tratado com o extrato de calêndula na concentração de 25 mg/mL. As concentrações de 10 mg/mL e 40 mg/mL diferiram do controle (10 mg/mL : $F_{1,8}=7,68$ $p=0,024$; 40 mg/mL: $F_{1,8}=3,28$ $p=0,0108$), enquanto a de 50 mg/mL não demonstrou efeito significativo sobre a oviposição dos ácaros ($F_{1,8}=0$ $p=1,00$; Fig. 9).

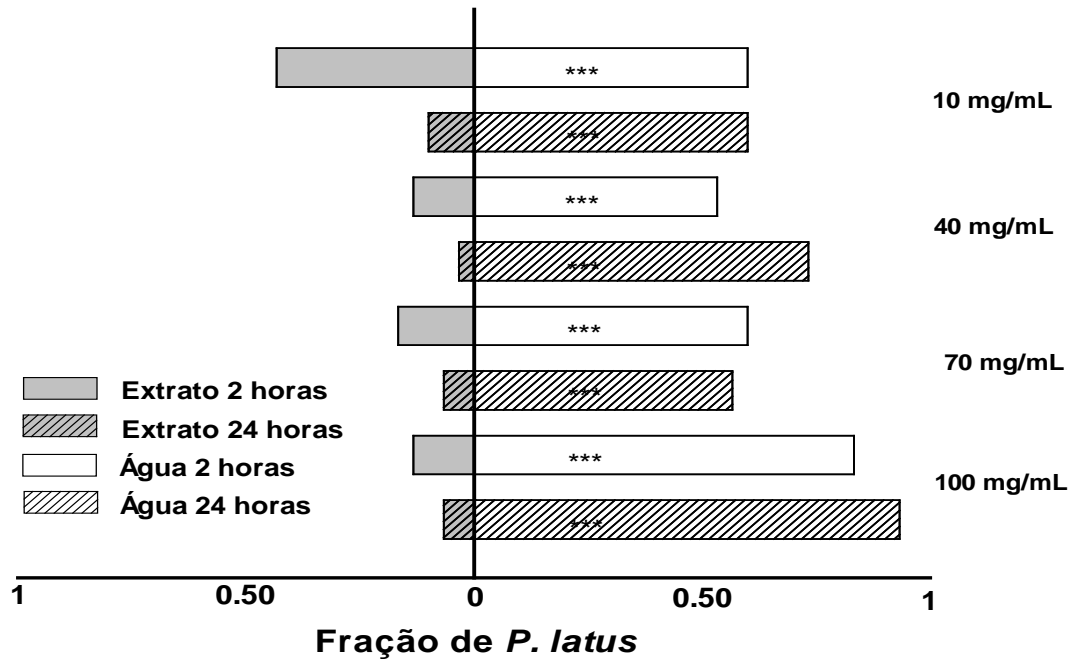


Figura 4- Preferência dos adultos de *Polyphagotarsonemus latus* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p<0,05$).

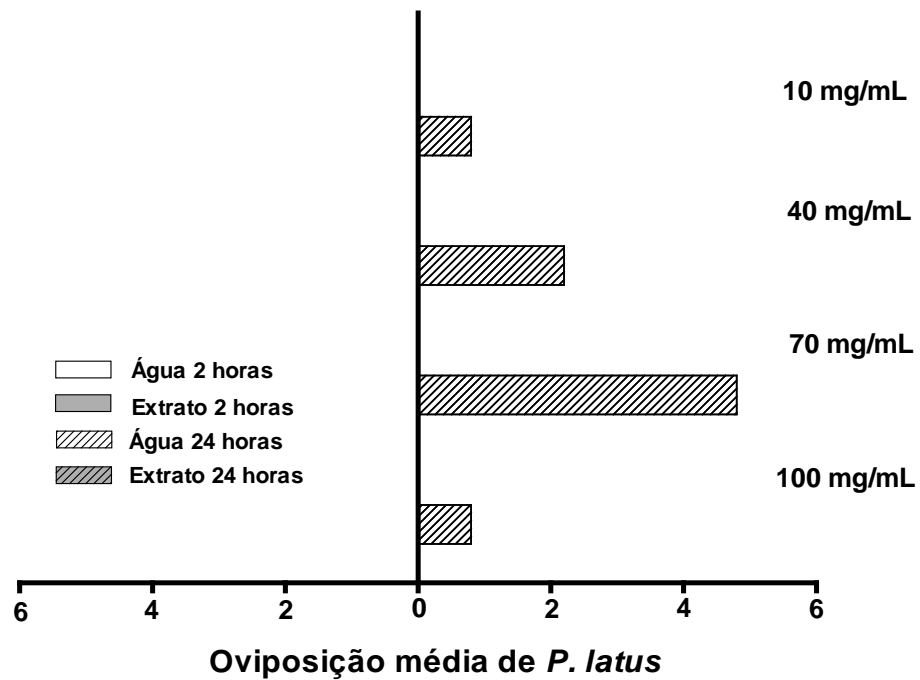


Figura 5- Preferência de oviposição dos adultos de *Polyphagotarsonemus latus* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta e à água. (Teste F com $\alpha=0,05$).

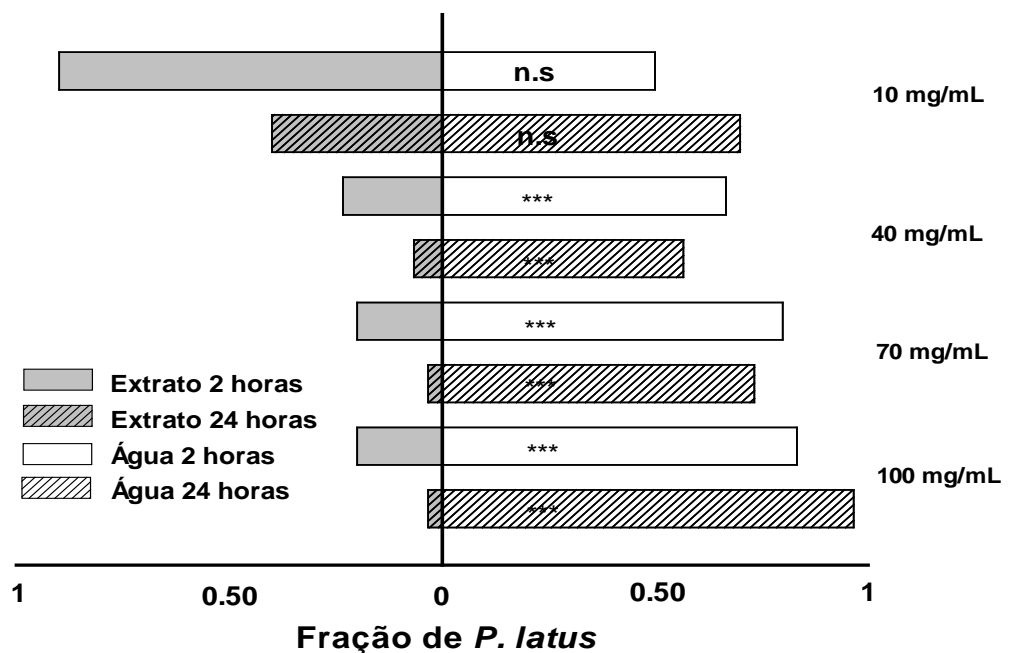


Figura 6- Preferência de adultos de *Polyphagotarsonemus latus* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de coentro e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p<0,05$).

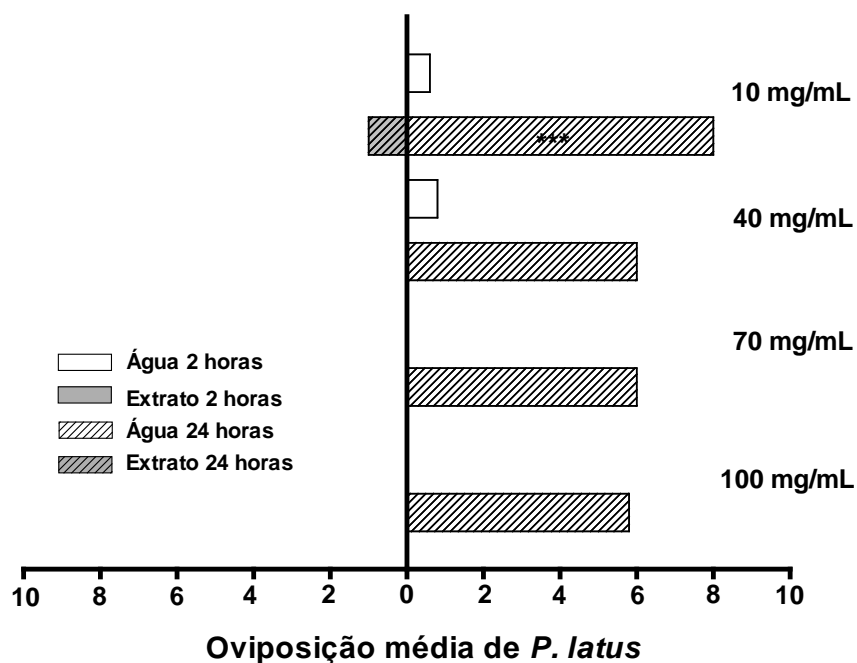


Figura 7- Preferência de oviposição dos adultos de *Polyphagotarsonemus latus* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de coentro e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos extrato e água (Teste F com $\alpha=0,05$).

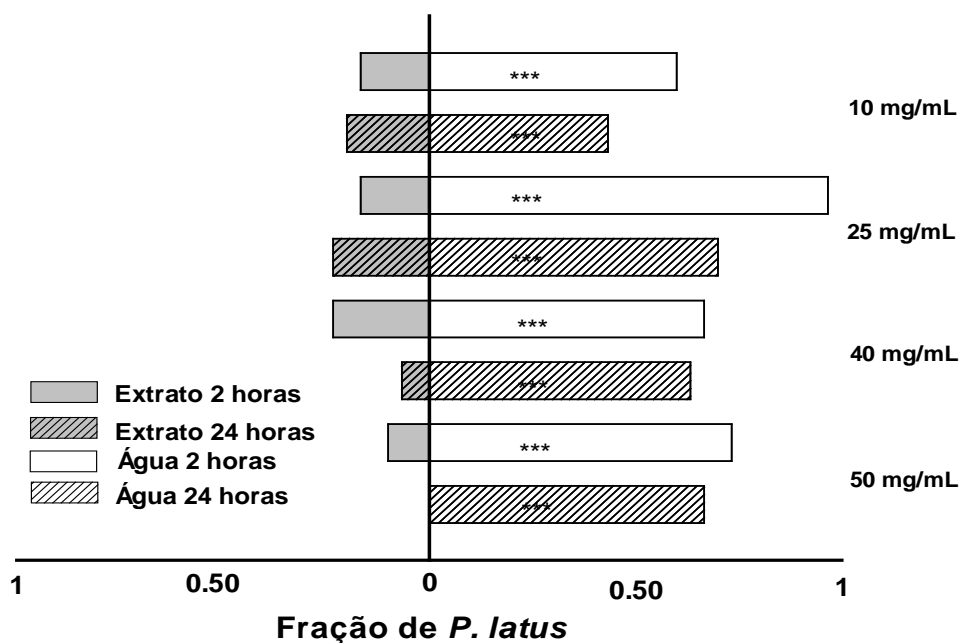


Figura 8- Preferência de adultos de *Polyphagotarsonemus latus* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de flores de calêndula e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p<0,05$).

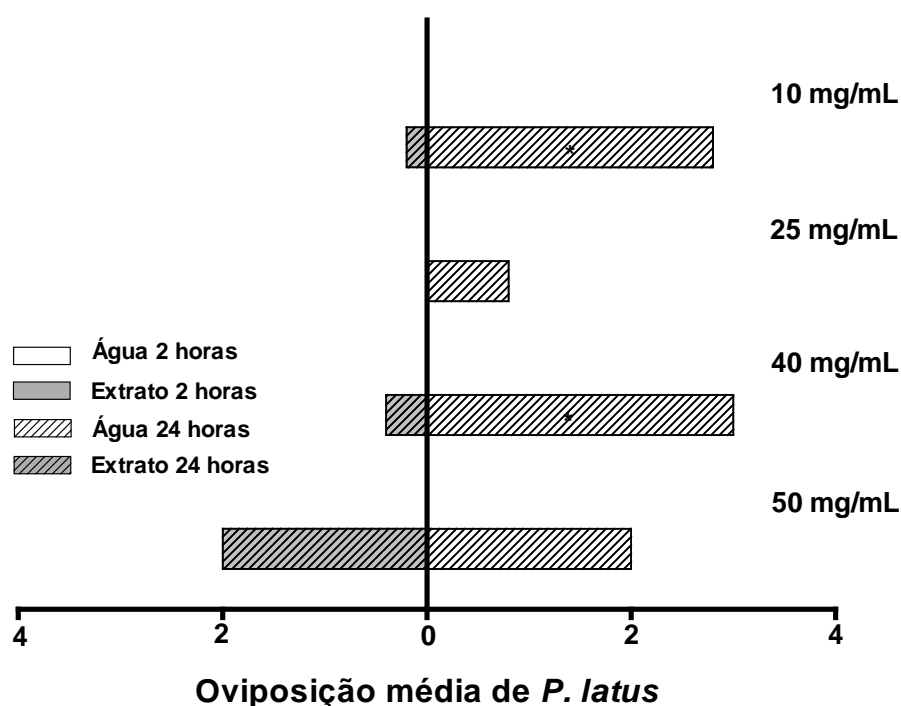


Figura 9- Preferência de oviposição dos adultos de *Polyphagotarsonemus latus* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de flores de calêndula e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos extrato e água (Teste F com $\alpha=0,05$).

4.1.3- Eficiência dos extratos hidroalcoólicos no controle do ácaro-branco em casa de vegetação

As populações do ácaro-branco em plantas de pimenta malagueta foram influenciadas significativamente pelos extratos testados ($X^2= 212,04$; $df=6$; $P<0,001$; Fig. 10) e pela interação com o tempo de avaliação ($X^2= 86,54$; $df=4$; $P<0,001$). Em relação ao controle, as populações apresentaram diferença significativa ao se comparar com os extratos hidroalcoólicos de coentro ($X^2= 64,01$; $df=2$; $P<0,001$), calêndula ($X^2= 117,9$; $df=2$; $P<0,001$) e pimenta ($X^2= 98,28$; $df=2$; $P<0,001$).

As populações do ácaro-branco diferiram significativamente significativa entre as plantas pulverizadas com o extrato hidroalcoólico de sementes coentro daquelas tratadas com extrato de calêndula ($X^2=46,67$; $df=2$; $P<0,001$) e com extrato de pimenta ($X^2= 72,51$; $df=2$; $P<0,001$). As populações expostas aos

extratos hidroalcoólicos de calêndula foram significativamente diferentes daquelas expostas ao extrato de pimenta malagueta ($X^2= 10,48$; $df=2$; $P<0,005$). Em geral, o extrato hidroalcoólico de calêndula foi o que mais retardou o crescimento populacional dos ácaros, mesmo depois de sete dias.

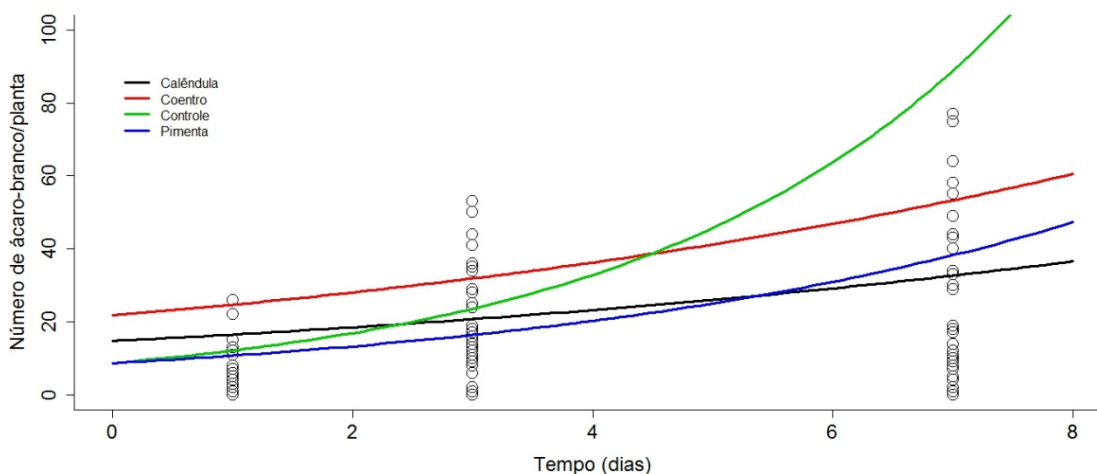


Figura 10- Número de ácaros-branco encontrados nas plantas de pimenta, pulverizadas com extratos hidroalcoólicos de sementes de pimenta malagueta e de coentro a 100 mg/mL e flores de calêndula a 50 mg/mL em três diferentes avaliações ($X^2= 212,04$; $df=6$; $P<0,0001$).

4.2- Ácaro-rajado

4.2.1- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i)

A taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) para o ácaro *T. urticae* decresceu linearmente com o aumento das concentrações dos extratos de pimenta malagueta ($F_{1,28}= 77,555$; $p<0,0001$; $r^2= 0,7347$; $y= -0,0037269x + 0,63$; Fig. 11), de coentro ($F_{1,28}= 18,275$; $p<0,0001$; $r^2= 0,3949$; $y= -0,0012921x + 0,54$; Fig. 12) e calêndula ($F_{1,28}= 47,824$; $p<0,0001$; $r^2= 0,6307$; $y= -0,0041816x + 0,57$; Fig. 13). Apesar do decréscimo, nenhuma concentração testada dos extratos foi capaz de estabilizar a população do ácaro-rajado ($r_i= 0$).

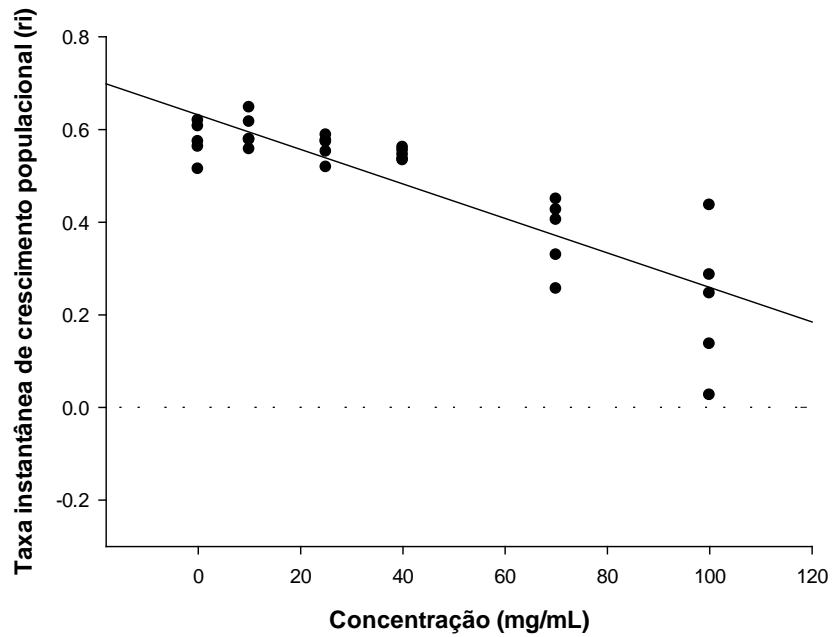


Figura 11- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta ($F_{1,28} = 77,555$; $p < 0,0001$; $r^2 = 0,7347$; $y = -0,0037269x + 0,63$).

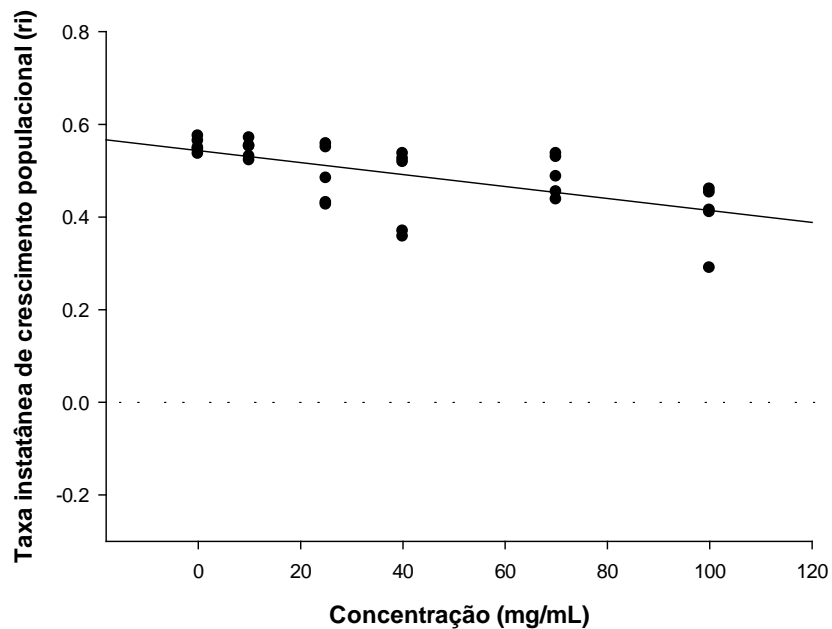


Figura 12- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de sementes de coentro ($F_{1,28} = 18,275$; $p < 0,0001$; $r^2 = 0,3949$; $y = -0,0012921x + 0,54$).

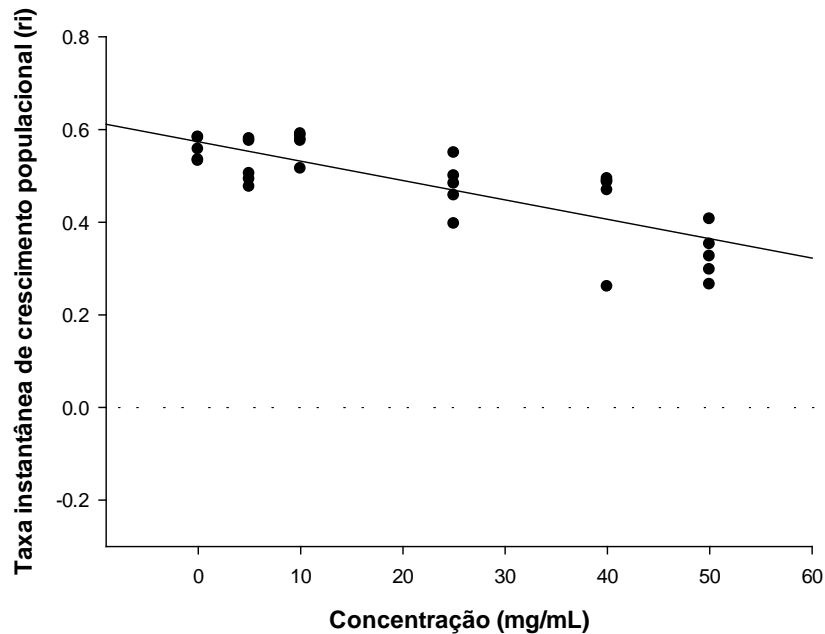


Figura 13- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de flores de calêndula ($F_{1,28} = 47,824$; $p < 0,0001$; $r^2 = 0,6307$; $y = -0,0041816x + 0,57$).

4.2.2- Efeito de repelência

O extrato hidroalcoólico de pimenta malagueta apresentou repelência para adultos do *T. urticae* em todas as concentrações testadas (10 mg/mL: Dev=116,99 df=1 $p < 0,0001$, 40 mg/mL: Dev=138,63 df=1 $p < 0,0001$, 70mg/mL: Dev=138,63 df=1 $p < 0,0001$, 100mg/mL: Dev=126,06 df=1 $p < 0,0001$; Fig. 14). Houve não preferência de oviposição em substratos tratados em todas as concentrações, exceto a concentração de 40 mg/mL ($F_{1,8} = 1,24$ $p = 0,29$) no período de avaliação de 2h. Para o período de 24h, houve não preferência de oviposição em substratos tratados para todas as concentrações (10 mg/mL: $F_{1,8}=131,70$ $p < 0,001$; 40 mg/mL: $F_{1,8}=274,81$ $p < 0,001$; 100 mg/mL: $F_{1,8}=115,69$ $p < 0,001$), exceto 70mg/mL (Fig. 15).

O extrato hidroalcoólico de coentro teve um efeito repelente quando comparado ao controle nas concentrações de 10mg/mL (Dev=56,217 df=1 $p < 0,0001$), 40mg/mL (Dev=119,24 df=1 $p < 0,0001$), 70mg/mL (Dev=84,134 df=1 $p < 0,0001$) e 100mg/mL (Dev=133,08 df=1 $p < 0,0001$). Destacando-se a concentração de 70mg/mL, pois promoveu interação significativa entre o

tratamento e o tempo, ou seja, o efeito repelente do extrato foi mais evidente após as 24h (Dev=11,704 df=1 $p<0,001$) (Fig. 16). O extrato de coentro evitou a oviposição no lado tratado em todas as concentrações, exceto na concentração de 10 mg/mL. Às 2h e 24h, a oviposição foi maior no semicírculo tratado com água e estatisticamente diferente da metade tratada com o extrato de coentro a 10 mg/mL (2h: $F_{1,8}=32,82$ $p<0,001$; 24h: $F_{1,8}=83,79$ $p<0,001$) (Fig. 17).

O extrato hidroalcoólico de calêndula apresentou efeito repelente em todas as concentrações testadas (10 mg/mL: Dev=41,385 df=1 $p<0,0001$, 25 mg/mL: Dev=61,352 df=1 $p<0,0001$, 40 mg/mL: Dev=119,02 df=1 $p<0,0001$ e 50 mg/mL: Dev=98,926 df=1 $p<0,0001$) (Fig. 18). O extrato de calêndula teve efeito repelente à oviposição, quando comparado à água, em todas as concentrações e nos dois tempos avaliados (2 e 24h) exceto na concentração de 10mg/mL, às 2h, onde não houve diferença estatística entre as metades do disco foliar tratado ($F_{1,8}=0,057$ $p=0,817$). Às 2h, nas concentrações de 40 e 50 mg/mL, não houve oviposição no lado tratado com extrato de calêndula e a concentração de 25 mg/mL foi repelente quando comparado à água ($F_{1,8}=5,6$ $p=0,045$). Na avaliação das 24h, houve diferença estatística entre a oviposição na concentração de 10 mg/mL ($F_{1,8}=8,11$ $p=0,022$), de 25 mg/mL ($F_{1,8}=68,41$ $p=0,045$), e de 50 mg/mL ($F_{1,8}=175,44$ $p<0,001$) e a água. Na concentração de 40 mg/mL, todos os ovos foram depositados no lado não tratado com extrato, não havendo assim, necessidade de testes estatísticos (Fig. 19).

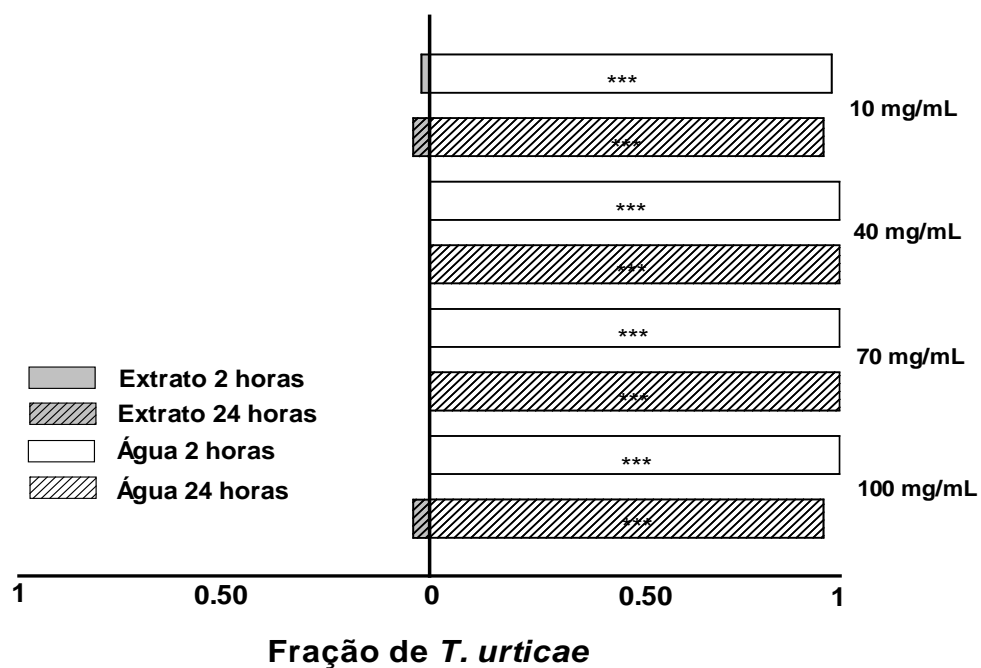


Figura 14- Preferência dos adultos de *Tetranychus urticae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p < 0,05$).

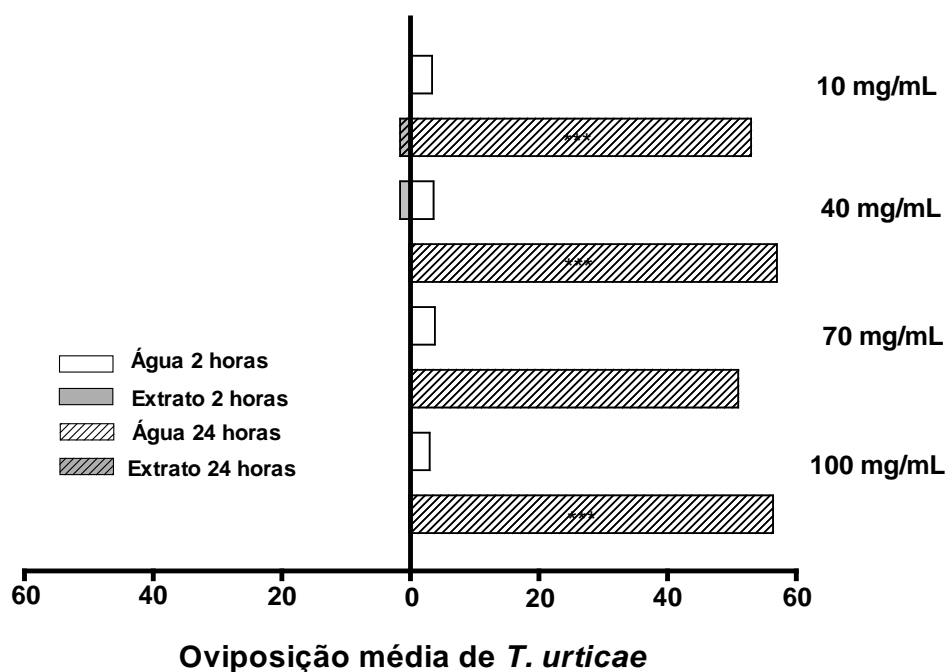


Figura 15- Preferência de oviposição dos adultos do ácaro *Tetranychus urticae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Teste F com $\alpha = 0,05$).

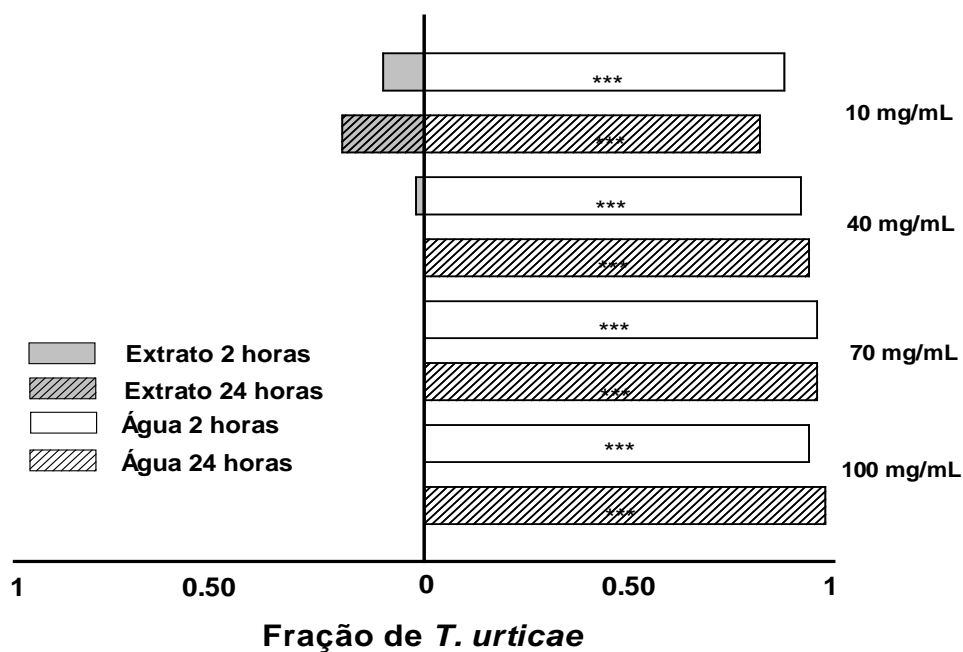


Figura 16- Preferência dos adultos de *Tetranychus urticae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de coentro e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p < 0,05$).

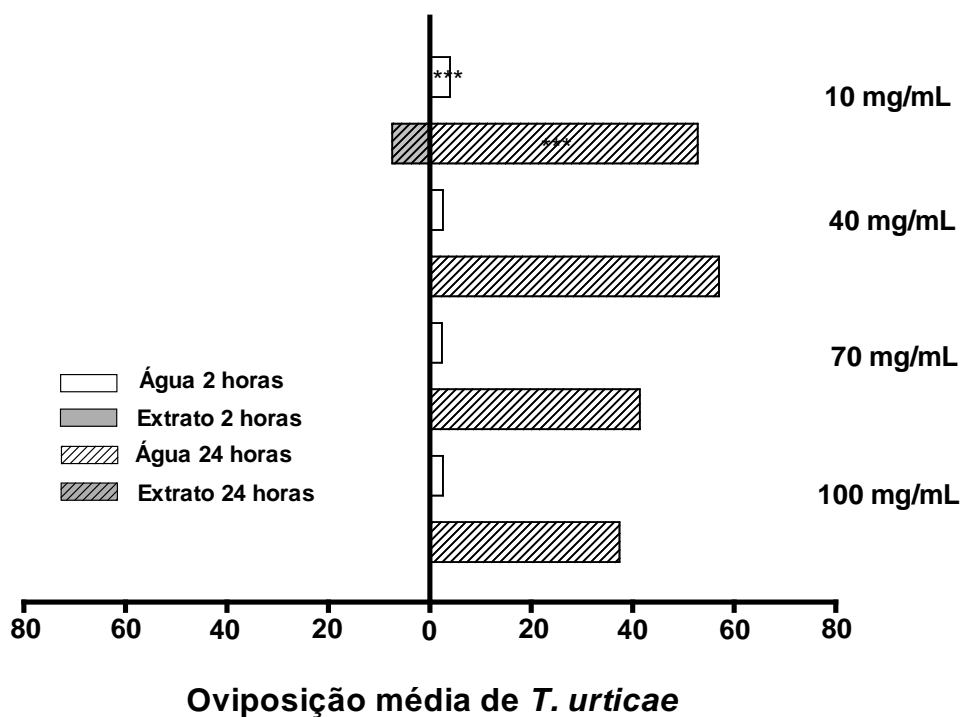


Figura 17- Preferência de oviposição dos adultos do ácaro *Tetranychus urticae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de coentro e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Teste F com $\alpha = 0,05$).

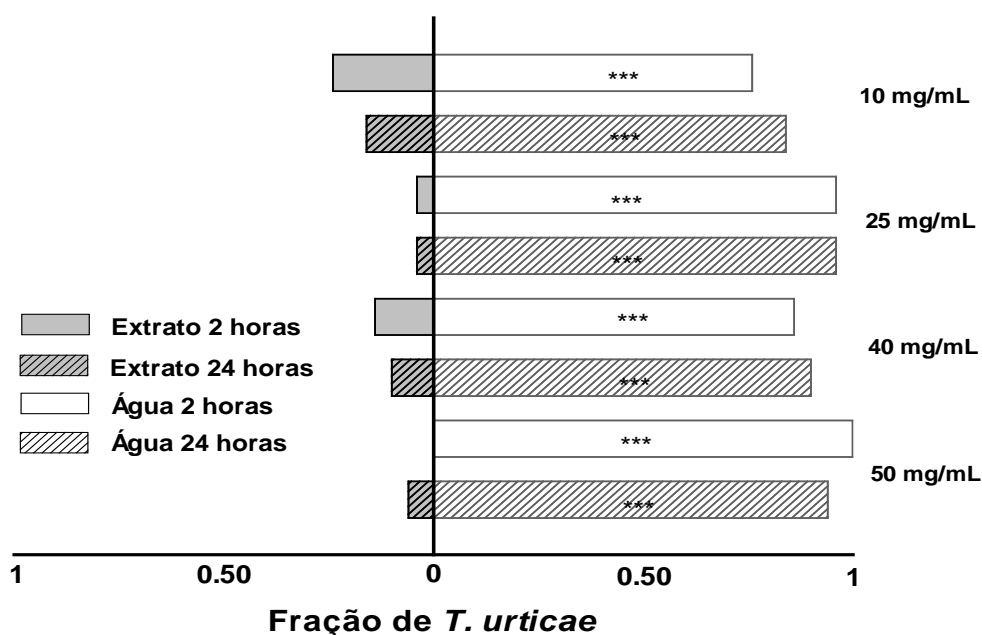


Figura 18- Preferência dos adultos de *Tetranychus urticae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de flores de calêndula e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p < 0,05$).

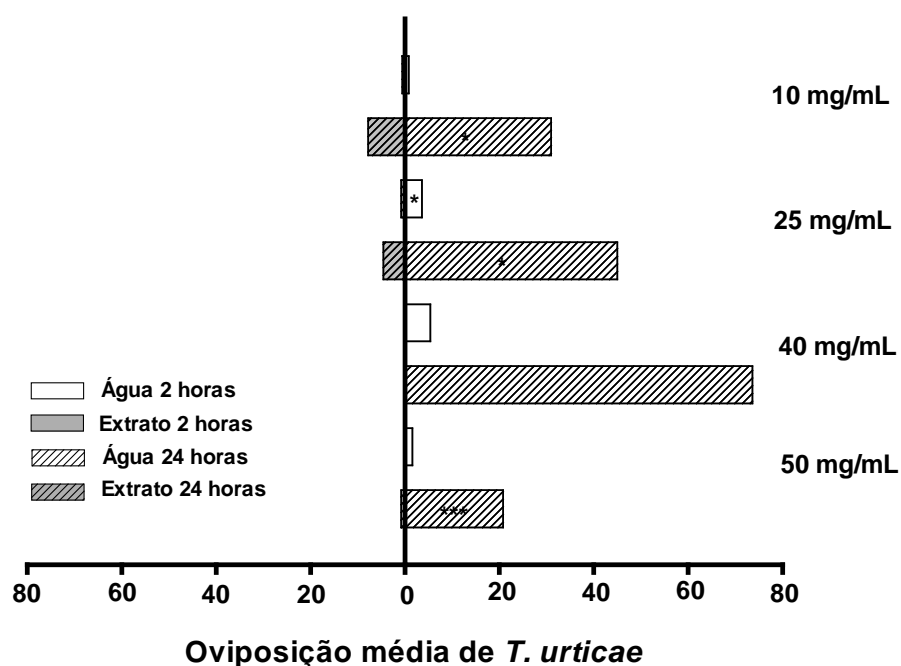


Figura 19- Preferência de oviposição dos adultos do ácaro *Tetranychus urticae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de flores de calêndula e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Teste F com $\alpha = 0,05$).

4.2.3- Eficiência dos extratos hidroalcoólicos no controle do ácaro-rajado em casa de vegetação

As populações do ácaro-rajado em plantas de feijão foram influenciadas significativamente pelos extratos testados ($X^2= 153,62$; $df=6$; $p=0<001$) e pela interação com o tempo de avaliação ($X^2= 65,361$; $df=4$; $p<0,001$). Em relação ao controle, as populações apresentaram diferença significativa ao se comparar com os extratos hidroalcoólicos de pimenta ($X^2= 9,83$; $df=2$; $p=0,007$), calêndula ($X^2= 44,31$; $df=2$; $p<0,001$) e coentro ($X^2= 130,07$; $df=2$; $p<0,001$). As populações do ácaro-rajado apresentaram diferença significativa entre plantas pulverizadas com o extrato hidroalcoólico de pimenta daquelas tratadas com extrato de calêndula ($X^2=22,24$; $df=2$; $p<0,01$) e com extrato de coentro ($X^2=74,88$; $df=2$; $p<0,001$). As populações do ácaro em plantas tratadas com extrato hidroalcoólico de calêndula foram significativamente diferentes daquelas tratadas com extrato hidroalcoólico de coentro ($X^2=28,66$; $df=2$; $p<0,01$) (Fig. 20).

Apesar de haver diferenças estatísticas entre os extratos testados e o controle, nenhum extrato foi capaz de extinguir a população do ácaro-rajado em casa de vegetação, mas o extrato hidroalcoólico de coentro foi o que mais retardou o crescimento populacional dos ácaros.

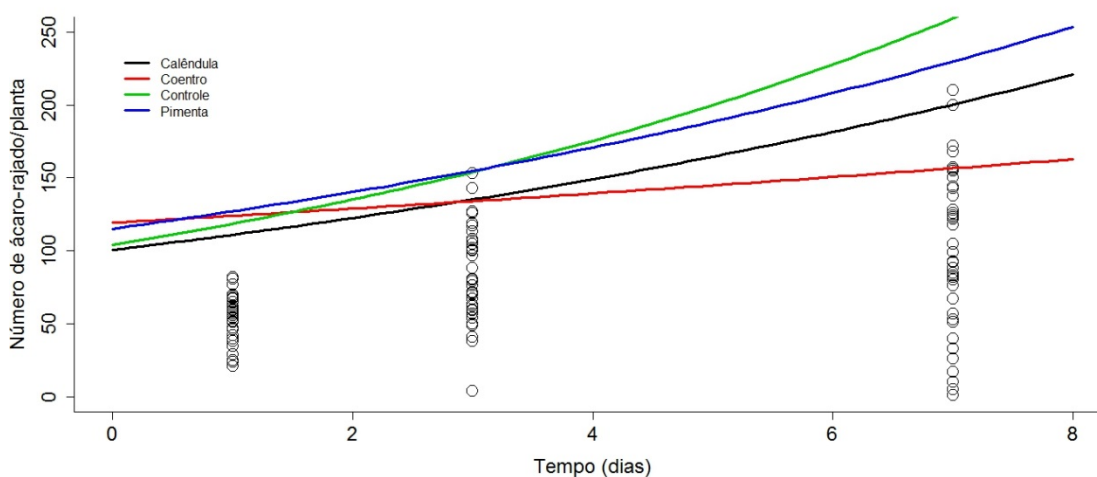


Figura 20- Número de ácaros-rajado encontrados nas plantas de feijão em três diferentes dias, expostos à concentração de 100 mg/mL dos extratos hidroalcoólicos de sementes de pimenta malagueta e coentro e 50 mg/mL do extrato de flores de calêndula ($X^2= 153,62$; $df=6$; $p=0<001$).

5. DISCUSSÃO

Os extratos hidroalcoólicos de pimenta malagueta, coentro e calêndula aplicados, nos discos de folhas, para avaliação de efeito residual nos ácaros-branco e ácaros-rajado, apresentaram efeitos sub-letais, tais como redução da taxa instantânea de crescimento populacional, repelência dos adultos e não preferência de oviposição em substratos tratados com os extratos.

Em relação à taxa instantânea de crescimento populacional, o extrato hidroalcoólico de pimenta causou decréscimo da população do ácaro-branco sem, no entanto, atingir a estabilidade populacional. A concentração que os faria atingir esta estabilidade ($r_i=0$) deve ser igual ou superior a 138 mg/mL. A preparação desta concentração é viável, porém, testes preliminares com concentrações menores indicaram a dose inicial a causar algum efeito sub-letal no ácaro-branco. O extrato hidroalcoólico de coentro, aplicado na concentração de 70 mg/mL, causou estabilidade populacional. O extrato hidroalcoólico de calêndula, não promoveu o declínio da população do ácaro-branco em nenhuma das concentrações testadas.

Para o ácaro-rajado, a concentração do extrato hidroalcoólico de pimenta que levariam à estabilidade populacional seria acima de 169 mg/mL. Os extratos de coentro e de calêndula, estabilizariam a população em concentrações acima 418 mg/mL e 136 mg/mL, respectivamente, porém com a metodologia utilizada neste trabalho, não é viável preparar tais concentrações devido à dificuldade na homogeneização do solvente e as partes vegetais.

A toxicidade dos extratos testados foi relatada para outras espécies de artrópodes. Vinayaka et al. (2010) verificaram em seu trabalho que frutos de pimenta malagueta são ativos no controle de larvas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). Na extração com metanol, os frutos apresentaram os fitoconstituintes, taninos, alcalóides, esteróides e glicosídeos que os autores especulam serem os responsáveis pela atividade biológica da pimenta malagueta. Bouchelta et al. (2005) demonstraram que extratos etanólicos (1%) de pimenta malagueta, apresentam em sua constituição química, saponinas, flavonóides e alcalóides,

sendo este último o responsável pelo efeito tóxico sobre ovos e principalmente em adultos de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). Antonius et al. (2006), em testes com ácaro-rajado e acessos do gênero *Capsicum*, concluíram que extratos metanólicos de pimenta malagueta tem potencial repelente, porém esta repelência não está associada à presença de capsaicina e dihidrocapsaicina. Diante do exposto, este trabalho corrobora com o trabalho de Antonius et al., (2006) quando afirmam que a repelência não está associada à presença de capsaicina, pois o extrato hidroalcoólico (30%) de pimenta utilizado neste trabalho, foi preparado com sementes sem a presença da placenta dos frutos onde há maior concentração deste princípio ativo (Reifschneider, 2000). Possivelmente, outros alcaloides e outros compostos fitoquímicos são responsáveis pela atividade repelente e acaricida do extrato hidroalcoólico da pimenta malagueta.

Em relação à atividade biocida da calêndula, Carvalho et al. (2008) demonstram que o extrato preparado com *C. officinalis* causou mortalidade em mais de 60% dos ácaros do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae) em testes de efeito residual em laboratório. Vieira et al. (2006) afirmam que extratos hidroalcoólicos de *C. officinalis* (utilizando etanol 70% como solvente), causam mortalidade acima de 70% dos ácaros-rajado na concentração de 250 mg/mL. Este resultado difere dos encontrados em nosso trabalho, onde o extrato hidroalcoólico de *C. officinalis* não causou a mortalidade dos ácaros, possivelmente devido às baixas concentrações testadas e ao uso de álcool a 30% como solvente. Concentração igual ou superior a 250 mg/mL não foi testada devido ao interesse em especular quais as concentrações mínimas necessárias capazes de causar efeitos sub-letais nos ácaros. A escolha do solvente (álcool 30%) foi devido à utilização de proporções maiores de água, a fim de aumentar a polaridade da solução extrativa, podendo otimizar a extração de flavonoides e outros compostos fenólicos (Rodrigues et al., 2004).

O monoterpeno linalol é o constituinte químico majoritário de coentro (*C. sativum*) (Burdok & Carabin, 2009). A elevada toxicidade do linalol, presente nas plantas das famílias Lamiaceae e Lauraceae, apresentaram efeito fumigante no gorgulho do arroz *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) e no besourinho dos cereais *Rhyzopertha dominica* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae) (Rozman, et al. 2007). Na maioria dos trabalhos realizados com coentro, foram utilizados óleos essenciais que continham maior teor de substâncias químicas com

atividade inseticida e acaricida (Kim et al., 2004; Maciel et al., 2009; Sampson et al., 2005).

Em casa de vegetação, a aplicação dos extratos hidroalcoólicos de pimenta e coentro na concentração de 100 mg/mL e calêndula a 50 mg/mL mostraram-se promissores no controle populacional dos ácaros branco e rajado. Isto indica que no manejo de pragas nas culturas, o uso de extratos colabora para uma agricultura mais sustentável e ecológica. Dentro das táticas do controle biológico conservativo, a aplicação dos extratos vegetais pode ser utilizada para repelir os insetos/ácaros praga para fora do plantio de interesse até a população de inimigos naturais se estabelecerem na área e controlarem as pragas que ainda permanecerem.

As avaliações apresentadas neste trabalho, mostraram os efeitos subletais avaliados, em laboratório e em casa de vegetação, dos extratos hidroalcoólicos de pimenta malagueta, coentro e calêndula sobre dois ácaros de importância agrícola, o ácaro-branco e ácaro-rajado. Evidenciou-se que as concentrações necessárias dos extratos testados para reduzir as populações dos ácaros em plantas, necessitam serem maiores, mas já demonstram potencial de uso. Novos experimentos onde serão testadas as concentrações correspondentes a $r_i = 0$ serão conduzidos e possivelmente será obtida a redução populacional do ácaro-branco e do ácaro-rajado.

6. REFERÊNCIAS

- Antonious, G.F.; Meyer, J.E.; Snyder, J.C. Toxicity and repellency of hot pepper extracts to spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Environmental Science and Health* 41:1383–1391, 2006.
- Basset, P. Observations of broad mite (*Polyphagotarsonemus latus*) (Acari: Tarsonemidae) attacking cucumber. *Crop protection* 1: 99-103, 1981.
- Bouchelta, A.; Boughdad, A.; Blenzar, A. Effets biocides des alcaloïdes, des saponines et des flavonoïdes extraits de *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 9: 259-269, 2005.
- Brito, E.F. Potencialidade de formulações de nim contra o ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* em pimenta-malagueta e pinhão manso. Viçosa: UFV, 2010. 44p. (Tese Mestrado).
- Carvalho, T.M.B.; Reis, P.R.; Oliveira, D.F.; Carvalho, G.A.; Carvalho, D.A. Avaliação de extratos vegetais no controle de *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae) em laboratório. *Coffee Science* 3: 94-103, 2008.
- Crawley, M.J. *The R book*, John Wiley & Sons. West Sussex, 2007. 942p.
- Devine, G.J.; Barber, M.; Denholm, I. Incidence and inheritance of resistance to METI-acaricides in European strains of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae). *Pest Management Science*, 57: 443-448, 2001.
- Fan, Y.; Petit, F.L. Dispersal of broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) on *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Experimental and Applied Acarology*, 22: 411-415, 1998.
- Gerson, U. Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Experimental and Applied Acarology*, 13: 163-178, 1992.

- Kim, S.I.; Yi, J.H.; Tak, J.H.; Ahn, Y.J. Acaricidal activity of plant essential oils against *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Veterinary Parasitology*, 120: 297-304, 2004.
- Kumral, N.A.; Cobanoglu, S.; Yalcin, C. Acaricidal, repellent and oviposition deterrent activities of *Datura stramonium* L. against adult *Tetranychus urticae* (Koch). *Journal Pest Science*, 83: 173–180, 2009.
- Maciel, M.V.; Morais, S.M.; Bevilaqua, C.M.L.; Silva, R.A.; Barros, R.S.; Sousa, R.N.; Sousa, L.C.; Brito, E.S.; Souza-Neto, M.A. Atividade inseticida dos óleos essenciais de *Lippia Sidoides* e *Coriandrum Sativum* sobre *Lutzomyia Longipalpis*. *Ciência Animal*, 19: 77-87, 2009
- Moraes, G.J.; Flechtmann, C. H. Manual de Acarologia. Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 288p.
- Reifschneider, F.J.B. *Capsicum*: pimentas e pimentões no Brasil. Brasília: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia/Embrapa hortaliças, 2000.
- Rodrigues, P.O.; Gonçalves T.C.; Silva, W.B. Influência de diferentes sistemas de solventes no processo de extração de *Calendula officinalis* L. (Asteraceae). *Acta Farmaceutica Bonaerense*, 23: 27-31, 2004.
- Rozman, V.; Kalinovic, I.; Korunic, Z. Toxicity of naturally occurring compounds of Lamiaceae and Lauraceae to three stored product. *Journal of Stored Products Research* 43: 349-355, 2007.
- Sampson, B.J.; Tabanca, N.; Kirimer, N.; Demirci, B.; Baser, K.H.C.; Khan, I.A.; Spiers, J.M.; Wedge, D. Insecticidal activity of 23 essential oils and their major compounds against adult *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) (Aphididae: Homoptera). *Pest Management Science*, 61:1122–1128, 2005.
- Venzon, M.; Oliveira, R.M.; Perez, A.L.; Rodriguez-Cruz, F.A.; Martins Filho, S. Lime sulfur toxicity to broadmite, to its host plants and to natural enemies. *Pest Management Science*, 69 (6): 738-743, 2013.
- Venzon, M.; Oliveira, R.M.; Bonomo, I.S.; Perez, A.L.; Rodriguez-Cruz, F.A.; Oliveira, J.M.; Pallini, A. Manejo de ácaros-praga em sistemas orgânicos de produção. In: Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica. EPAMIG, Viçosa, 197-211, 2010.
- Venzon, M.; Rosado, M.C.; Pallini, A.; Fialho, A.; Pereira, C.J. Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopis conexa*. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, 42: 627-631, 2007.
- Veronez, B.; Sato, M. E.; Nicastro, R. L. Toxicidade de compostos sintéticos e naturais sobre *Tetranychus urticae* e o predador *Phytoseiulus macropilis*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 47: 511-518, 2012.

Vieira, M.R.; Sacramento, L.V.S.; Furlan, L.O.; Figueira, J.C.; Rocha, A.B.O. Efeito acaricida de extratos vegetais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, 8: 210-217, 2006.

Vinayaka, K.S.; Prashith, K.T.R.; Nandini, K.C.; Rakshitha, M.N.; Ramya, M.; Shruthi, J.; Nagashree, G.R.; Anitha, B.; Martis, R. Potent insecticidal activity of fruits and leaves of *Capsicum frutescens* (L.) var. longa (Solanaceae). Der Pharmacia Lettre, 2: 172-176, 2010.

Walthall, W.K.; Stark, J.D; Comparison of two population-level ecotoxicological endpoints: The intrinsic (r_m) and instantaneous (r_i) rates of increase. Environmental Toxicology Chemistry, 16: 1068-1073, 1997.

Weintraub, P.; Kleitman, S.; Mori, R.; Shapira, N.; Palevsky, E. Control of the broad mite (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks) on organic greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum* L.) with the predatory mite, *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans). Biological Control, 27: 300-309, 2003.

CAPÍTULO 2

Toxicidade de extratos vegetais ao pulgão-verde e a seu predador *Chrysoperla externa*

RESUMO- O pulgão-verde, *Myzus persicae*, é uma importante praga de várias culturas agrícolas. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência dos extratos hidroalcoólicos de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.), coentro (*Coriandrum sativum*) e calêndula (*Calendula officinalis* L.) no controle de *Myzus persicae* (Sulz.) e a seletividade destes extratos sobre o predador generalista *Chrysoperla externa*. Avaliou-se em laboratório, a taxa instantânea de crescimento populacional e o efeito repelente destes extratos. Em todas as concentrações, os extratos mostraram repelência ao pulgão-verde. A concentração de 10mg/mL foi selecionada de acordo com os resultados de repelência, para a aplicação em plantas infestadas com pulgões em casa de vegetação. Na avaliação da taxa instantânea de crescimento populacional, o único extrato que promoveu o declínio da população, foi o de pimenta malagueta. Em casa de vegetação, nenhum extrato reduziu a população do pulgão e em todas as plantas foi observado crescimento populacional do pulgão ao longo do tempo avaliado. O crescimento foi mais lento em plantas de pimenta pulverizada com o extrato de coentro. Os extratos hidroalcoólicos de pimenta malagueta, coentro e calêndula, na concentração de 10mg/mL, foram seletivos ao predador *C. externa*.

Palavras-Chave: *Myzus persicae*, *Capsicum frutescens*, *Coriandrum sativum*, *Calendula officinalis*, Chrysopidae

2. INTRODUÇÃO

O pulgão-verde, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) é uma importante praga polífaga e cosmopolita e está entre as principais espécies de afídeos que causam danos às culturas agrícolas. Além de danos diretos, resultantes da sucção contínua da seiva das plantas, essa espécie é altamente eficiente na transmissão de várias viroses (Blackman & Eastop, 1984; Minks & Harrewijn, 1987). As folhas atacadas por *M. persicae* apresentam-se enroladas e encarquilhadas, os brotos tornam-se curvos e achatados e os ramos terminais podem secar e morrer. Ataques intensos dessa espécie-praga causam queda significativa na produção de diversas culturas.

O controle químico é o método mais utilizado no manejo de pulgões nas culturas. Porém, com o aumento dos problemas relacionados ao uso exclusivo e constante de defensivos químicos e com a crescente exigência por alimentos livres de agrotóxicos, é necessária a utilização de métodos alternativos ao controle químico principalmente na agricultura familiar. Visando minimizar os efeitos provocados por inseticidas sintéticos, o uso de extratos de plantas é uma das alternativas na produção de alimentos orgânicos (Isman, 2006; Barbosa, 2007).

A utilização de produtos seletivos, ou seja, aqueles que controlam as pragas sem, no entanto, afetar negativamente as populações de inimigos naturais nas culturas, constitui uma importante estratégia de manejo, pois muitas vezes os predadores apresentam maior suscetibilidade aos compostos inseticidas do que suas presas (Free et al., 1989; Degrande et al., 2002).

Os crisopídeos são importantes predadores encontrados em agroecossistemas com ocorrência de pulgões (Freitas & Fernandes, 1996). O uso de crisopídeos em cultivos protegidos tem sido um bom exemplo de liberação de predadores para o controle biológico (McEwen et al., 2001). Dentre as espécies de crisopídeos, destacam-se *Chrysoperla externa* Hagen (Neuroptera: Chrysopidae) que apresenta potencial para utilização no controle biológico de afídeos. Esta espécie é facilmente criada em laboratório e suas larvas apresentam voracidade e alta capacidade de movimentação nas plantas (Albuquerque et al., 1994; Carvalho & Souza, 2000).

O manejo ideal das pragas é feito quando utilizam-se várias estratégias de controle dos insetos sem, no entanto, interferir na ecologia do sistema, principalmente na atuação dos inimigos naturais. Extratos vegetais são compatíveis com as demais práticas de manejo integrado de pragas em sistemas autossustentáveis e na maioria das vezes, permitem a sobrevivência e o desempenho dos inimigos naturais, em função de serem mais seletivos e menos persistente no ambiente do que inseticidas químicos (Cavalcante et al., 2006; Moreira et al., 2006). No entanto, a seletividade desses extratos está relacionada ao método de extração, aos compostos químicos presentes na solução, a concentração e formulação utilizadas (Barbosa, 2007; Venzon et al., 2007). Em geral, estes compostos inseticidas (terpenoides, fenóis e alcaloides) são formados por metabólitos secundários obtidos dos diversos órgãos das plantas e normalmente são produzidos em maior quantidade quando ocorre um estímulo ambiental (Oliveira & Martins, 1998; Moreira et al., 2005).

Visando à utilização de estratégias de controle alternativo aos produtos químicos, neste trabalho investigou-se o potencial inseticida e acaricida de algumas plantas. As espécies vegetais testadas foram selecionadas pelas indicações de utilização popular como inseticidas, pela facilidade de cultivo e coleta em campo. Foram inicialmente selecionadas três Asteraceas: *Baccharis dracunculifolia* DC. (alecrim-do-campo), *Calendula officinalis* L. (calêndula) e *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. (arnica brasileira); uma Anacardiaceae: *Schinus terebinthifolius* Raddi. (aroeirinha); uma Solanaceae: *Capsicum frutescens* L. (pimenta malagueta) e uma Apiaceae, *Coriandrum sativum* (coentro). Após testes preliminares, verificou-se que as plantas com resultados mais promissores para serem investigados foram a calêndula, a pimenta malagueta e o coentro.

Tendo em vista o potencial dos extratos vegetais, foi avaliado em laboratório, o efeito dos extratos hidroalcoólicos de calêndula, pimenta malagueta e coentro sobre a taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) e o efeito de repelência sobre fêmeas adultas do pulgão *M. persicae*. Adicionalmente, foi verificado o efeito dos extratos vegetais sobre o predador *C. externa*. Posteriormente, foi avaliada em casa de vegetação a capacidade dos extratos em controlar o crescimento populacional do pulgão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Obtenção dos extratos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Unidade Regional EPAMIG Zona da Mata (UREZM) e no campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa (MG).

Frutos de pimenta malagueta foram obtidos do plantio na Fazenda Experimental de Oratórios, MG (EPAMIG/UREZM). Sementes de coentro e flores desidratadas de calêndula foram adquiridas na loja de produtos naturais, Vivenda Naturalis, em Viçosa, pela praticidade de obtenção das plantas e após a verificação do laudo técnico comprovando a procedência e o procedimento efetuado na secagem.

Os extratos utilizados nos experimentos foram obtidos a partir de 5g de flores de calêndula secas e moídas e 100 mL de álcool 30%; 10g de sementes de pimenta malagueta e 100 ml de álcool 30% e 10g de sementes de coentro em 100 mL de álcool 30% para formarem soluções estoque de 50 mg/mL para a calêndula e 100 mg/mL para as sementes de pimenta e coentro. Os extratos foram feitos de acordo com a metodologia de extração em sistema ultra-turrax (tipo Polytron) à temperatura ambiente em que a solução fica em agitação e turboextração, durante três minutos. Esta ação é repetida três vezes. Após este período, os extratos foram armazenados por dois dias e foram feitas duas agitações diárias a fim de se obter uma melhor homogeneização da solução. Após esses dois dias, os extratos foram filtrados em tecido *voil* com duas camadas e armazenados em vidro âmbar sob refrigeração e utilizados em até quatro semanas após a extração.

3.2- Criação dos artrópodes

O pulgão verde *M. persicae* foi multiplicado em plantas de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*). As plantas de repolho que sustentaram a criação

foram obtidas por semeadura em bandeja de isopor (128 células) em substrato comercial (Tropstrato ®). Após 30 dias da emergência, as plantas foram transplantadas individualmente para vasos (1 L) e infestadas com fêmeas adultas de *M. persicae* originadas da criação mantida em casa de vegetação da EPAMIG-UREZM, presentes em outras plantas de repolho com o auxílio de um pincel fino. Posteriormente, as plantas foram mantidas em gaiolas de estrutura de madeira (0,70 x 0,70 x 0,70 m) revestidas com tela tipo organza (90 µm).

As larvas de *C. externa* foram obtidas da criação mantida no Laboratório de Entomologia (25±2°C, 70±10% UR e 14 horas de fotofase) da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Viçosa, MG. Essa criação foi estabelecida com insetos oriundos do Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, em 2004 e foi periodicamente revigorada com a introdução de insetos coletados em áreas experimentais da EPAMIG e de insetos oriundos do Município de Lavras. Os adultos foram mantidos no laboratório, em gaiolas de PVC (15x15 cm) revestidas com papel toalha branco. As gaiolas foram fechadas com filme de PVC nas extremidades superiores, e as extremidades inferiores foram apoiadas em bandejas de plástico forrada com papel toalha branco. A alimentação consistiu de uma mistura de levedo de cerveja e mel (1:1) pincelada em tira de Parafilm (Pechiney Plastic Packaging Company, Chicago, EUA) presa internamente na parte superior da gaiola. As tiras que continham a alimentação foram substituídas a cada dois dias. Também foi fornecida água em um frasco de 10 mL com um chumaço de algodão. Os ovos foram individualizados em tubos plásticos de 40 mL vedados com filme de PVC na extremidade superior. A alimentação das larvas consistiu de pulgões *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879).

3.3- Experimentos

3.3.1- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do pulgão-verde

Para obtenção de dados para o cálculo do r_i para o pulgão-verde, discos de folhas de pimenta malagueta, com 3 cm de diâmetro, foram imersos por cinco segundos nos extratos hidroalcoólicos de sementes de pimenta e de coentro nas concentrações de 10, 25, 40, 70 e 100 mg/mL. Para calêndula, como a concentração da solução estoque era de 50 mg/mL, as diluições foram para a formação de extratos nas concentrações de 5, 10, 25, 40 e 50 mg/mL. Estas diluições foram calculadas pela fórmula química $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$ onde, C_1 e V_1 são a concentração e o volume iniciais, respectivamente, e C_2 e V_2 , a concentração e volume finais, respectivamente. Para todos os extratos, o controle foi feito com água destilada porque em testes preliminares, o uso da água não foi estatisticamente diferente do álcool. Após a imersão e secagem a temperatura ambiente, os discos foram transferidos para arenas, constituídas de placas de plástico com 6 cm de diâmetro, contendo algodão úmido no fundo. Foram transferidas cinco fêmeas adultas do pulgão-verde por disco. Após a montagem, as placas foram envolvidas por plástico filme com pequenos furos feitos com agulha entomológica para evitar a falta de oxigenação na placa, a condensação da água do algodão e ao mesmo tempo, evitar a fuga dos insetos. Para cada extrato testado, foram feitas cinco repetições por concentração, sendo que cada repetição foi representada por um disco de folha de pimenta malagueta com cinco fêmeas do pulgão.

Os discos tratados foram mantidos em sala climatizada (25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ UR e 14 horas de fotofase). Após sete dias, o número total de fêmeas adultas do pulgão-verde, assim como as ninfas foram contabilizados. Com base nesta contagem, a taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) foi estimada. Esta taxa estima o crescimento de uma população através da análise da sobrevivência e fecundidade. Essa taxa é definida como uma medida direta de crescimento de uma população em um determinado período de tempo (Walthall & Stark, 1997). O valor positivo de r_i significa que a população está em crescimento, $r_i = 0$ indica que a população está estável, enquanto que um valor negativo de r_i indica que a

população está em declínio e em vias de extinção. O cálculo do r_i é dado pela fórmula:

$$r_i = \ln (Nf / N0) / \Delta t$$

Onde: Nf é o número final de formas imaturas e adultos do artrópode, $N0$ é o número inicial de fêmeas transferidas em cada disco e Δt é o período de duração do experimento, no qual os pulgões permaneceram expostos aos produtos (Walthall & Stark, 1997). Os dados foram submetidos à análise de regressão ($P < 0,05$). As análises foram realizadas no programa estatístico R 2.15.2 (R Development Core team 2012).

3.3.2- Efeito de repelência para o pulgão-verde

Para avaliar o efeito repelente dos extratos, folhas de pimenta malagueta recortados em discos de 3 cm (tomando-se o cuidado de manter centralizada a nervura principal) foram pincelados em um semicírculo, na face abaxial, com os extratos hidroalcoólicos de sementes de pimenta e de coentro nas concentrações de 10, 40, 70 e 100 mg/mL. Para a calêndula, como a solução estoque estava em 50mg/ml, as diluições foram para a formação de extratos nas concentrações de 10, 25, 40 e 50 mg/mL. Para todas as plantas, a metade do disco foliar não pincelado com extrato, foi pincelada com água destilada como controle. Após a pincelagem e secagem a temperatura ambiente, foram transferidos para a nervura central, 10 fêmeas adultas do pulgão-verde, para cada disco. Após a montagem, as placas foram envolvidas por plástico filme com pequenos furos feitos com agulha entomológica para evitar a falta de oxigenação na placa e evitar a fuga dos insetos. Os tratamentos foram repetidos cinco vezes, sendo cada repetição constituída por um disco de pimenta malagueta com 10 pulgões.

Os tratamentos foram mantidos em sala climatizada (25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ UR e 14 horas de fotofase). Após duas e 24h o número total de pulgões, incluindo as ninfas, foram contabilizados e a localização dos insetos foi registrada. Para fins de avaliação, só os pulgões que estavam presentes no disco foliar foram contabilizados (alguns pulgões andavam pelo filme plástico).

Os dados de repelência foram submetidos à análise de modelo linear generalizado (GLM) para tabelas de contingência simples com distribuição de

erros tipo poisson. As análises foram feitas no software estatístico R 2.15.2 (R Development Core team 2012).

3.3.3- Eficiência dos extratos vegetais em casa de vegetação para o pulgão-verde

Para avaliar a eficiência dos extratos vegetais em casa de vegetação, foram realizados experimentos para o controle do pulgão-verde. Sementes de pimenta malagueta foram semeadas em bandejas de isopor de 128 células com substrato comercial (Tropstrato®). Após 45 dias da emergência, as plantas foram transplantadas individualmente para vasos de 500 mL contendo substrato e em seguida, infestadas com 12 pulgões por planta (quatro pulgões em três folhas novas previamente marcadas). Após três dias, essas plantas foram pulverizadas com os extratos na concentração de 10mg/ml para sementes de coentro, de pimenta e flor de calêndula. Esta concentração foi escolhida baseada nos resultados obtidos na repelência em laboratório, em que 10 mg/mL era a concentração mínima suficiente para a não permanência dos pulgões nos substratos tratados.

As pulverizações foram feitas nas plantas infestadas com o auxílio de um pulverizador manual da marca Brudden[®] modelo S.S com capacidade de cinco litros, diâmetro do bocal de 60 mm, provido com um bico do tipo cone regulável e pressão máxima de trabalho de 14 kgf/cm² ou 200 lb/pol². A duração das pulverizações em cada planta foi definida até o ponto onde ocorresse uma perfeita cobertura, sem, no entanto haver escorrimento da calda nas folhas.

Após as pulverizações, realizadas no período da manhã, as plantas ficaram expostas a temperatura ambiente por quatro horas para secagem, sendo posteriormente retirada uma folha para contagem dos pulgões. Três e sete dias depois, a segunda e a terceira folha foram retiradas para contabilizar o número de adultos vivos e ninfas presentes.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro tratamentos representados pelos três extratos, na concentração de 10 mg/mL e pelo controle com água destilada e oito repetições. Foi escolhido este tipo de

delineamento para reduzir os possíveis erros causados pela desuniformidade ambiental da casa de vegetação. Os dados correspondentes às populações do pulgão-verde nas plantas de pimenta malagueta, foram submetidos à análise de modelos mistos (LMER) com distribuição de erros tipo Poisson, com o tempo como fator aleatório para corrigir a pseudo-repetição devida às medidas repetidas (Crawley 2007).

3.3.4- Toxicidade dos extratos vegetais sobre o predador *Chrysoperla externa*

Na avaliação do efeito dos extratos vegetais sobre *C. externa*, larvas de segundo ínstar dessa espécie foram obtidas da criação mantida no laboratório de entomologia da EPAMIG/ UREZM. Plantas de pimenteira (altura média de 7 cm), acondicionadas em vasos com capacidade de 50 mL de substrato, foram infestadas com uma população de cerca de 40 pulgões ápteros (*M. persicae*) por planta. Após seis dias da infestação, as plantas com os pulgões receberam aplicação dos extratos hidroalcoólicos de semente de pimenta malagueta, semente de coentro e flor de calêndula na concentração de 10 mg/mL e água destilada. A concentração de 10 mg/mL foi utilizada porque causou efeito repelente ao pulgão-verde em laboratório. Deste modo, o predador não recebeu a aplicação direta dos extratos, mas obteve o contato com os extratos por via oral quando se alimentava dos pulgões e por contato cutâneo quando caminhavam pela planta tratada.

Duas horas após a aplicação dos tratamentos, colocou-se uma larva de segundo ínstar de *C. externa* por planta de pimenta. Em seguida, para impedir a fuga das larvas, as plantas foram protegidas por dois potes de plástico transparentes, sendo o primeiro pote usado para colocar a muda de pimenta com o crisopídeo e o segundo pote usado como tampa vedando a muda de pimenta. Para o segundo pote, a extremidade superior foi furada e depois foi vedada com tecido *voile* preso por goma-elástica, e a extremidade inferior fixada por fitas adesivas em outro pote plástico (Fig.1). Após 72 horas, as larvas foram transferidas das plantas para tubos de plástico (7 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro) e alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) até a formação da pupa.

Os tubos foram mantidos em sala climatizada a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $60\pm 10\%$ de umidade relativa do ar e fotofase de 14 horas. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e 10 repetições. Cada repetição foi representada por uma planta de pimenteira contendo uma larva de *C. externa*. As avaliações foram realizadas a cada 24 horas, por um período de 15 dias. Avaliou-se a sobrevivência das larvas, a viabilidade da fase pupal e a porcentagem de adultos emergidos.

As análises foram realizadas no R 2.15.2 (R Development Core team 2012). Para determinar se houve diferença estatística na sobrevivência do predador *C. externa* foi feita a estimativa das curvas de sobrevivência através de Kaplan-Meier. Os contrastes entre os tratamentos foram determinados pelo teste não paramétrico *Logrank* a 5%.

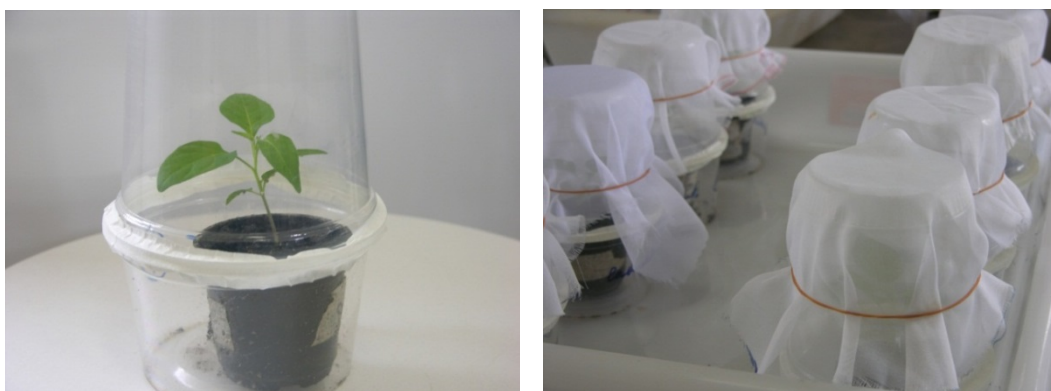


Figura 1. Plantas de pimenta malagueta infestadas com pulgão-verde e protegidas por potes plásticos transparentes para o acondicionamento das larvas de *C. externa*.

4. RESULTADOS

4.1- Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do pulgão-verde

A taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do pulgão *M. persicae* decresceu com o aumento da concentração do extrato de pimenta malagueta a qual foi exposto (Fig. 2). Para os extratos de coentro e calêndula não foi

observada relação entre o aumento das concentrações e o decréscimo do crescimento populacional do pulgão (Fig. 3 e 4).

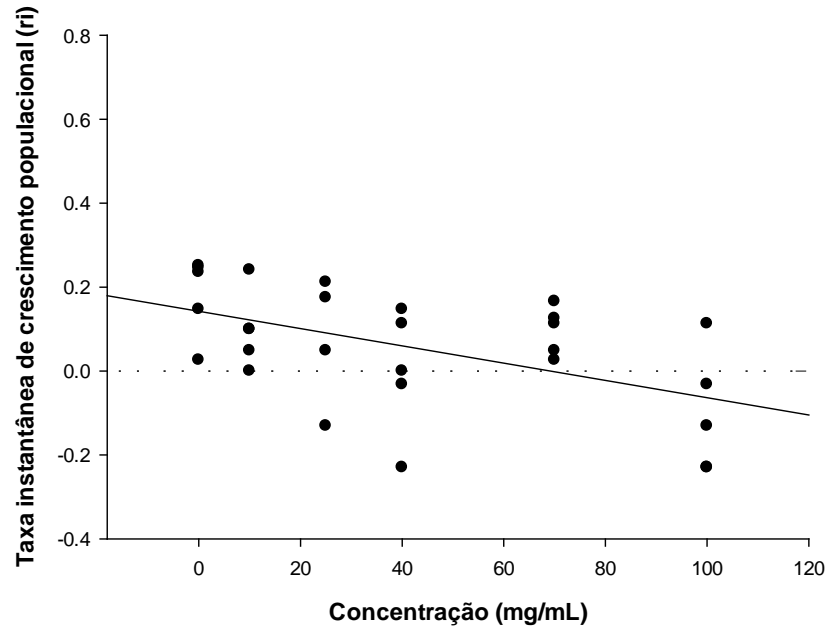


Figura 2 - Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do pulgão-verde, *Myzus persicae*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta ($F_{1,27} = 9,999$; $P < 0,05$; $r^2 = 0,2702$; $y = -0,0020631x + 0,14$).

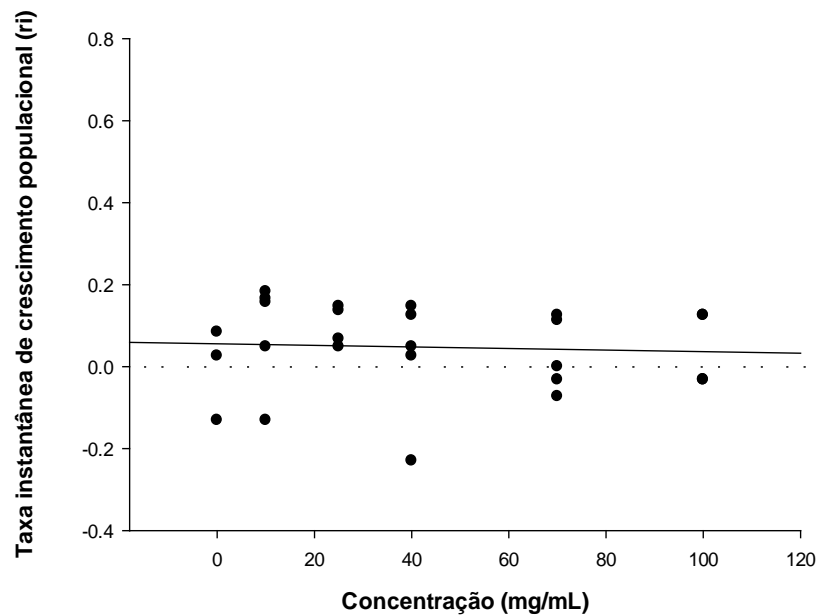


Figura 3 - Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do pulgão-verde, *Myzus persicae*, exposto à diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de sementes de coentro ($F_{1,24} = 0,0911$; $P > 0,05$; $r^2 = 0,0038$; $y = -0,0001910x + 0,05$).

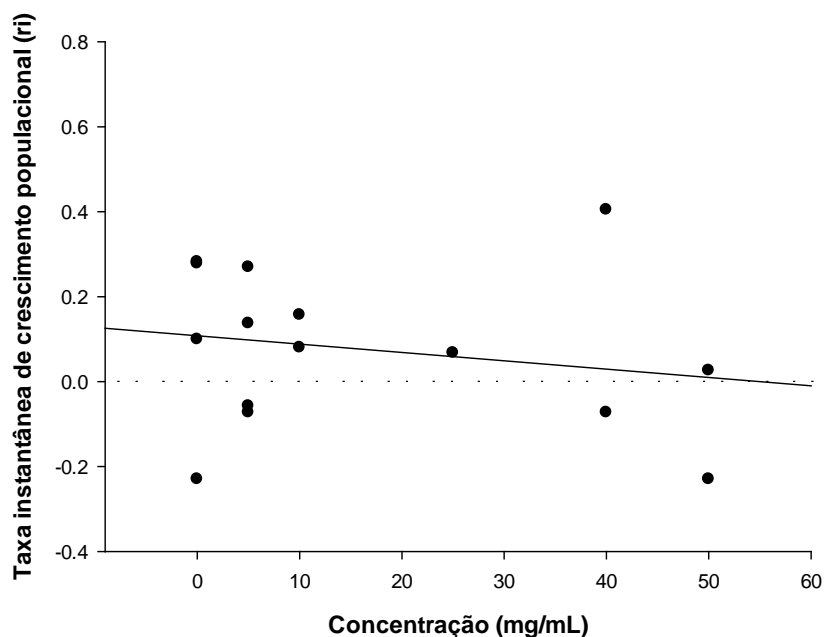


Figura 4 - Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) do pulgão-verde, *Myzus persicae*, exposto a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de flores de calêndula ($F_{1,13} = 0.5443$; $P > 0,05$; $r^2 = 0,0402$; $y = -0,001964x + 0,11$).

4.2- Efeito de repelência ao pulgão-verde

Os extratos hidroalcoólicos de calêndula, pimenta malagueta e coentro foram repelentes aos adultos do pulgão-verde em todas as concentrações testadas. O extrato de pimenta malagueta apresentou efeito repelente ao pulgão-verde em relação ao controle, mesmo 24 horas após a aplicação (10 mg/mL: Dev=12,889 df=1 $p < 0,001$, 40 mg/mL: Dev=26,631 df=1 $p < 0,0001$, 70mg/mL: Dev=17,234 df=1 $p < 0,001$, 100mg/mL: Dev=57,298 df=1 $p < 0,0001$; Fig. 5).

O extrato de coentro teve efeito repelente quando comparado ao controle nas concentrações de 10mg/mL (Dev=5.683 df=1 $p < 0.0171$), 40mg/mL (Dev=13.316 df=1 $p < 0.001$), 70mg/mL (Dev=42.279 df=1 $p < 0.0001$) e 100mg/mL (Dev=34.077 df=1 $p < 0.0001$; Fig. 6). Houve efeito do tempo sobre a repelência do pulgão para as concentrações de 10mg/mL (Dev=10,965 df=1 $p < 0.001$); 40 mg/mL (Dev=9.550 df=1 $p < 0.0019$); 70mg/mL (Dev=4.737 df=1 $p < 0.029$) e 100 mg/mL (Dev=7.247 df=1 $p < 0.0071$).

Assim como os outros extratos, a calêndula também evidenciou efeito repelente sobre os pulgões em todas as concentrações testadas (10 mg/mL:

Dev=12.329 df=1 $p<0.0001$, 25 mg/mL: Dev=48.017 df=1 $p<0.0001$, 40 mg/mL:
 Dev=20.219 df=1 $p<0.0001$ e 50 mg/mL: Dev=31.000 df=1 $p<0.0001$) (Fig. 7).

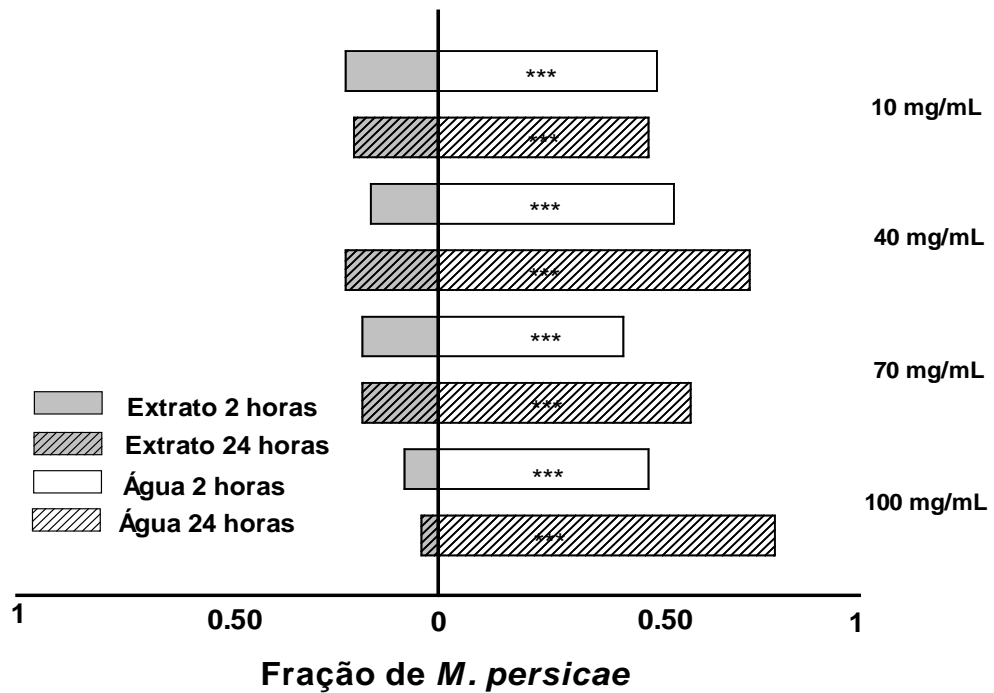


Figura 5- Preferência do afídeo *Myzus persicae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de pimenta malagueta e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p<0,05$).

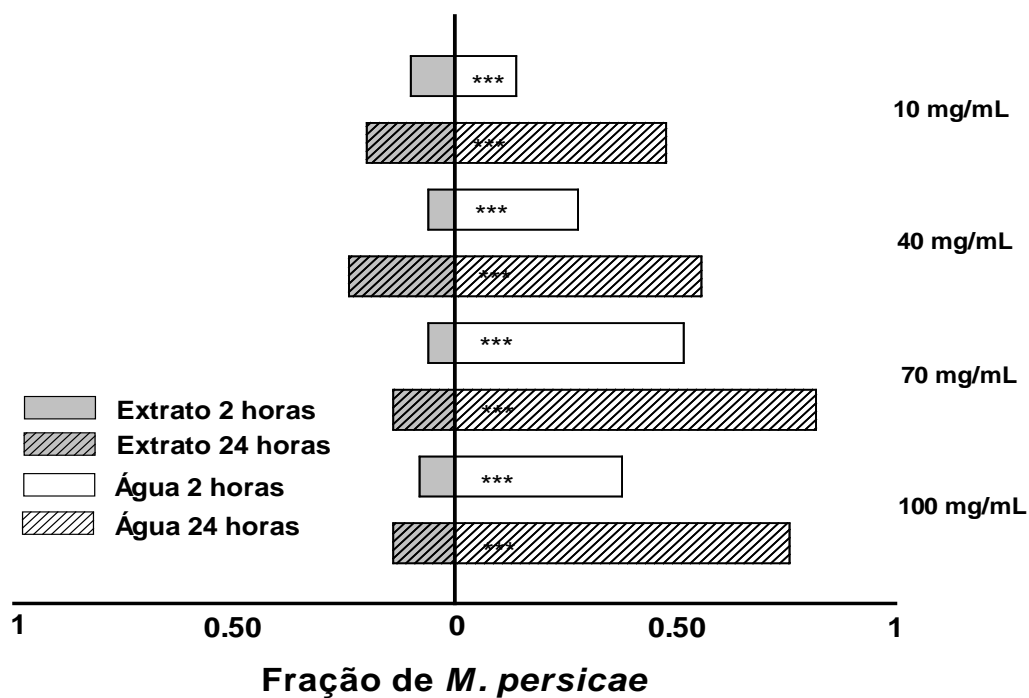


Figura 6- Preferência do afídeo *Myzus persicae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de sementes de coentro e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p < 0,05$).

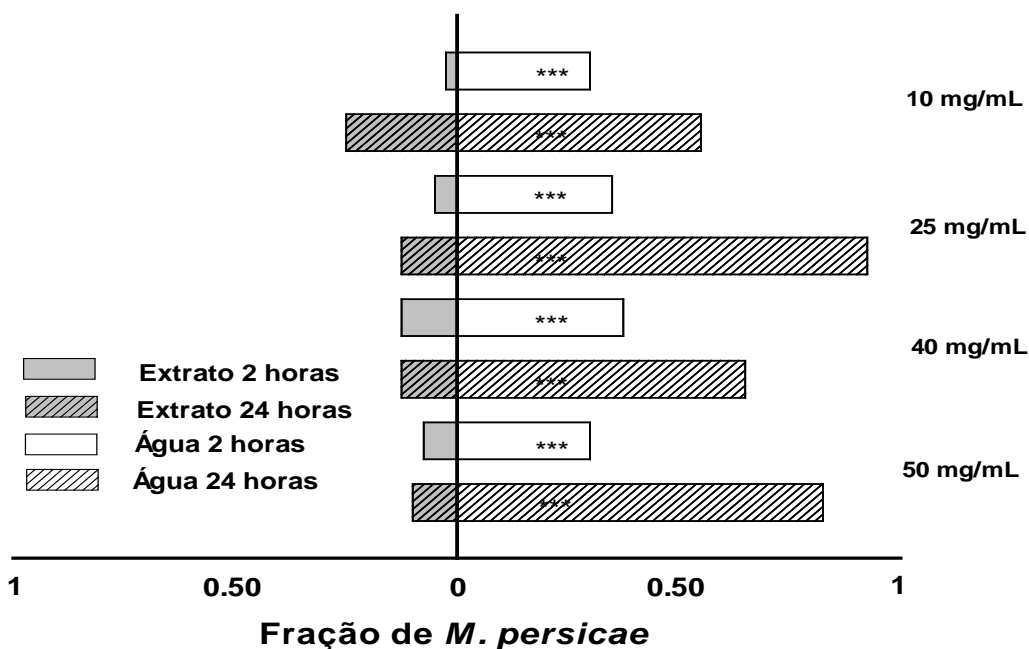


Figura 7- Preferência do afídeo *Myzus persicae* quando expostos ao extrato hidroalcoólico de flores de calêndula e à água. Asteriscos dentro das barras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Deviance; $p < 0,05$).

4.3- Eficiência dos extratos vegetais em casa de vegetação para o pulgão-verde

As populações do pulgão-verde em plantas de pimenta malagueta foram influenciadas significativamente pelos extratos testados ($X^2= 124.21$, $df=6$, $P<0.0001$) e pelo tempo de avaliação ($X^2= 45.666$, $df=4$, $P<0.0001$). As populações submetidas ao extrato de coentro apresentaram decréscimo quando comparadas às plantas tratadas com calêndula ($X^2= 25.3$, $df=2$, $P<0.001$), ao controle (água) ($X^2= 31.546$, $df=2$, $P<0.001$) e ao extrato de pimenta ($X^2= 106.78$, $df=2$, $P<0.0001$). O número médio de pulgões nas plantas tratadas com extrato de calêndula foi significativamente maior quando comparado ao controle ($X^2=7.075$, $df=2$, $P=0.029$) e significativamente menor em relação ao tratamento com o extrato de pimenta ($X^2= 29.768$, $df=2$, $P<0.001$). Finalmente, o controle foi significativamente mais eficiente na redução populacional do pulgão-verde do que o extrato de pimenta ($X^2= 42.872$, $df=2$, $P<0.001$; Fig. 8). Nenhum extrato foi capaz de extinguir a população do pulgão-verde, porém o extrato de coentro, em relação aos outros extratos, foi o que mais retardou o seu crescimento populacional do pulgão-verde (Fig. 8).

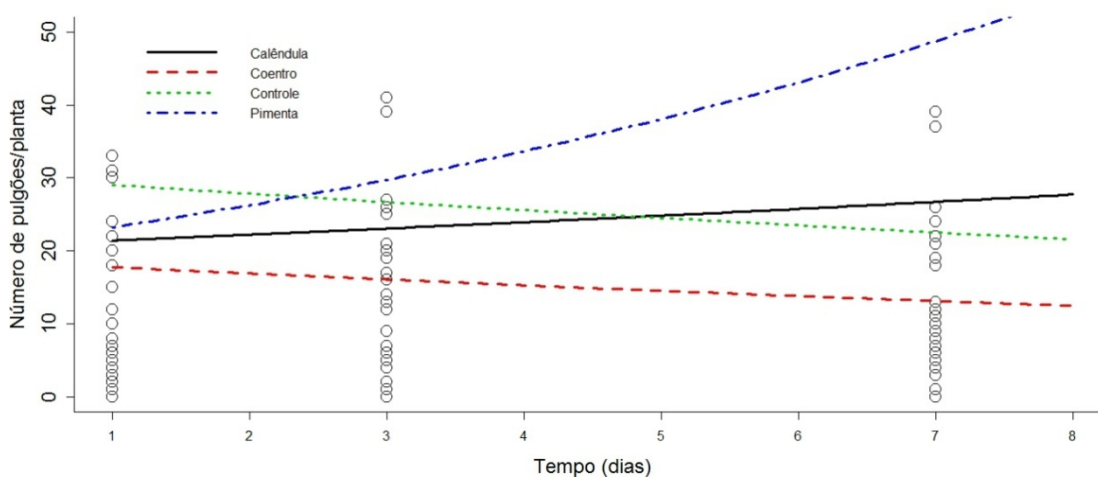


Figura 8- Número de pulgões-verdes encontrados nas plantas de pimenta malagueta em três dias diferentes, expostos à concentração de 10 mg/mL dos extratos hidroalcoólicos de sementes de pimenta malagueta, coentro e flores de calêndula ($X^2= 124,21$, $df=6$, $P=0,0001$).

4.4- Toxicidade dos extratos vegetais ao predador *Chrysoperla externa*

A sobrevivência do predador *C. externa* exposta aos diferentes extratos vegetais não variou em relação ao controle durante os 15 dias de avaliação (período em que todos os adultos já haviam emergido) (*Logrank*, $X^2= 2,4$ $df=3$ $p=0,495$). Também não foram observadas diferenças significativas na sobrevivência de *C. externa* entre os extratos de pimenta malagueta ($X^2= 0,4$, $df= 2$ $p= 0,8$), coentro ($X^2= 1,2$, $df= 2$ $p= 0,75$), e calêndula ($X^2= 0,5$, $df= 2$ $p= 0,76$; Fig. 9).

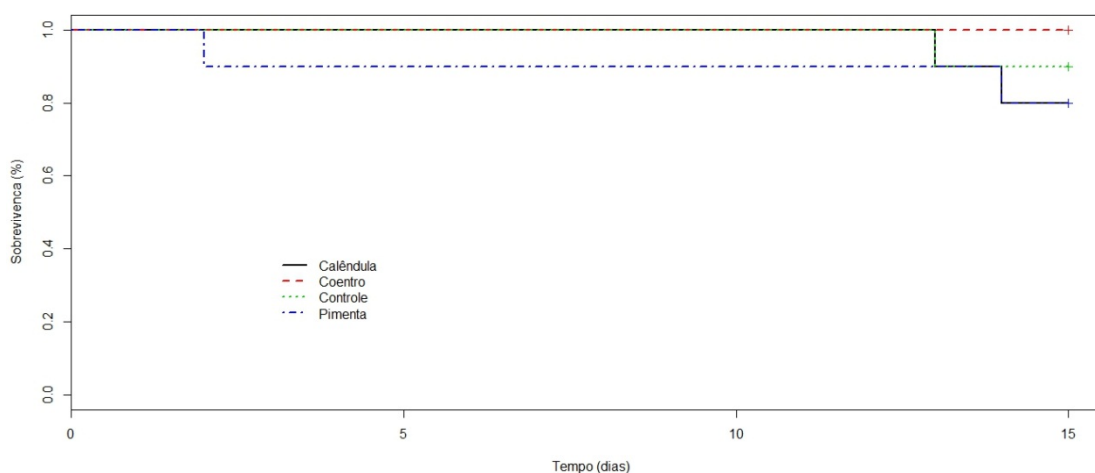


Figura 9- Curvas de sobrevivência Kaplan-Meier de *C. externa* exposta a diferentes extratos hidroalcoólicos na concentração de 10 mg/mL e comparadas com *Logrank* a 5%.

5. DISCUSSÃO

O extrato hidroalcoólico de pimenta malagueta reduziu o crescimento populacional do pulgão-verde e apresentou efeito repelente em condições laboratoriais. No entanto, em casa de vegetação, o extrato de coentro foi o único a retardar o crescimento populacional. Além disso, os extratos aparentemente não prejudicam organismos não alvos, pois não influenciaram na sobrevivência de um importante predador generalista (*C. externa*).

Outros estudos testando a eficiência de extratos vegetais e óleos sobre a população do pulgão-verde foram realizados. Por exemplo, o extrato de nim (*A.*

indica) na concentração de 0,05 e 0,1g de azadiractina por litro diminuiu o crescimento populacional de *M. persicae* em laboratório (Venzon et al., 2007). Além disso, extratos de *Clibadium sylvestre* (Compositae) e *Derris amazonica* (Fabaceae) apresentam efeito deterrente e afetam a mortalidade deste afídeo (Filgueiras et al., 2011).

Os extratos hidroalcoólicos de coentro e calêndula, juntamente com o extrato de pimenta, causaram repelência dos adultos, porém quando os extratos foram testados na concentração de 10 mg/mL, em casa de vegetação, não foi observado o controle da população. Essa concentração foi escolhida por ter causado repelência ao pulgão-verde para todos os extratos testados. Além disso, concentrações mais baixas, diminuem os efeitos sobre organismos não alvos, como os inimigos naturais (Venzon et al. 2007, 2013). Possivelmente, para a concentração testada, os efeitos sub-letais observados em discos de folhas não foram suficientes para reduzir as populações dos pulgões nas plantas de pimenta. Uma possível explicação para o resultado observado é que em plantas há um maior deslocamento dos pulgões, enquanto que nos discos, há restrição na área de forrageamento. Apesar da pulverização ter sido feita em toda a planta, a avaliação durou sete dias, tempo este suficiente para o desenvolvimento de novas folhas livres do extrato. Dessa forma, os pulgões podem ter migrado para áreas limpas, pois nenhuma barreira foi usada para impedir o deslocamento dos mesmos na planta.

O extrato hidroalcoólico de pimenta malagueta, aplicado em disco foliar para avaliação de efeito residual no pulgão-verde, apresentou efeito sub-letal, pois reduziu a taxa instantânea de crescimento populacional. O extrato de pimenta causou o decréscimo da população, fazendo-os atingir a estabilidade populacional na concentração de 70 mg/mL. Já os extratos de coentro e de calêndula, não promoveram a redução da população de pulgões.

Os extratos hidroalcoólicos de pimenta malagueta, coentro e calêndula, quando aplicados em mudas de pimenta malagueta para exposição do predador *C. externa*, foram seletivos em testes de efeito residual. Os crisopídeos emergiram normalmente e a sua sobrevivência não foi afetada. Estudos sobre seletividade de extratos de origem vegetal devem ser realizados em conjunto com os bioensaios com pragas agrícolas, pois os produtos naturais não são garantia de inocuidade

aos inimigos naturais. Por exemplo, o produto NeemPro (10 g L⁻¹ i.e.) elaborado a partir do nim (*A. indica*), apresenta efeito tóxico (mortalidade, irritabilidade e repelência) aos crisopídeos *C. externa* e *Ceraeochrysa cubana* (Cordeiro et al., 2010).

As avaliações apresentadas neste trabalho mostraram os efeitos subletais, avaliados em laboratório, dos extratos hidroalcoólicos de pimenta malagueta, coentro e calêndula sobre o pulgão-verde e a seletividade destes extratos ao seu predador *C. externa*. Porém, as concentrações desses extratos, para reduzir a população do pulgão, em plantas, necessita ser maior do que 10 mg/mL. Novos experimentos onde serão testadas as concentrações correspondentes a $r_i = 0$ serão conduzidos objetivando a redução populacional do pulgão-verde e a avaliação da seletividade ao predador *C. externa*.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, G.S.; Tauber, C.A.; Tauber, M.J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. *Biological Control*, Orlando, 4: 8-13, 1994.
- Barbosa, F.S. Plantas medicinais: efeito sobre insetos-praga e seus inimigos naturais. Montes Claros: UFMG, 2007. 81p. (Tese Mestrado).
- Blackman, R.L.; Eastop, V.F. Aphids on the world's crops: an identification guide. Chichester: John Wiley, 466, 1984.
- Carvalho, C. F.; Souza, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: Bueno, V. H. P. (Ed.). Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade. Lavras: UFLA, 91-110, 2000.
- Cavalcante, G. M.; Moreira, A F.C.; Vasconcelos, S.D. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41: 9-14, 2006.
- Cordeiro, E.M.G.; Correa, A.S.; Venzon, M.; Guedes, R.N.C. Insecticide survival and behavioral avoidance in the lacewings *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana*. *Chemosphere*, 81: 1352–1357, 2010.
- Cosme, L.V.; Carvalho, G.A.; Moura, A.P.; Parreira, D.S. Toxicidade de óleo de nim para pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) *Arquivo do Instituto Biológico*, 76: 233-238, 2009.
- Crawley, M.J. *The R book*, John Wiley & Sons. West Sussex. 942pp, 2007.
- Degrande, P.E.; Reis, P.R.; Carvalho, G.A.; Belarmino, L.C. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais, p.71- 93. In Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa-Ferreira, B.S. & Bento, J.M.S., *Controle biológico no Brasil*. São Paulo, Manole, 2002.
- Filgueiras, C.C.; Farias, P.R.S.; Cardoso, M.G.; Vendramim, J.D. Ramos, E.M.L.S.; Cantão, F.R. de O. Bioactivity of aqueous extracts of *Clibadium sylvestre* (Aubl.) Baill. and *Derris amazonica* Killip on the aphid *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae). *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, 35: 1059-1066, 2011.

Free, D.J.; Archibald, D.E.; Morrison, R.K. Resistance to insecticides in the common green lacewing *Chrysoperla carnea* (Neuroptera, Chrysopidae). In: Southern Ontario. Journal of Economic Entomology, 82: 29-34, 1989.

Isman, M.B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and na increasingly regulated world. Annual Review of Entomology, 51: 45-66, 2006.

McEwen, P.K.; New, T.R.; Whittington, A.E. (Ed.). Lacewings in the crop environment. Cambridge: Cambridge University Press, 546, 2001.

Minks, A.K.; Harrewijn, P. Aphids, their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands, 1987.

Moreira, M.D.; Picanço, M.C.; Silva E.M.; Moreno, S.C.; Martins, J.C. Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. In: Venzon, M.; Júnior, T.J.P.; Pallini, A. Controle alternativo de pragas e doenças, 2005. p.89-120.

Oliveira, L. O.; Martins, E. R. O desafio das plantas medicinais brasileiras: I – O caso poaia (*Cephaelis ipecacuanha*), UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 1998. p.73.

Venzon, M.; Oliveira, R.M.; Perez, A.L.; Rodriguez-Cruz, F.A.; Martins Filho, S. Lime sulfur toxicity to broadmite, to its host plants and to natural enemies. Pest Management Science, 69: 738-743, 2013.

Venzon, M.; Rosado, M.C.; Pallini, A.; Fialho, A.; Pereira, C.J. Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopis conexa*. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, 42: 627-631, 2007.

Walthall, W.K.; Stark, J.D. Comparison of two population-level ecotoxicological endpoints: The intrinsic (r_m) and instantaneous (r_i) rates of increase. Environmental Toxicology Chemistry, 16: 1068–1073, 1997.

CONCLUSÕES GERAIS

- Os extratos hidroalcoólicos de sementes de pimenta malagueta e sementes de coentro reduziram a taxa instantânea de crescimento populacional do ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus*;
- Os extratos de sementes de pimenta malagueta, sementes de coentro e flores de calêndula, em concentrações maiores que 10 mg/mL, apresentaram efeito repelente ao ácaro-branco *P. latus*;
- Os extratos hidroalcoólicos de sementes de pimenta malagueta, de coentro e calêndula reduziram a taxa instantânea de crescimento populacional do ácaro-rajado *Tetranychus urticae*;
- Os extratos de sementes pimenta malagueta, de coentro e calêndula foram repelentes ao ácaro-rajado *T. urticae*;
- O pulgão-verde *Myzus persicae* apresentou redução da taxa instantânea de crescimento populacional quando exposto ao extrato de sementes de pimenta malagueta;
- Os extratos de sementes pimenta malagueta, coentro e calêndula foram repelentes ao pulgão-verde *M. persicae*;
- Em casa de vegetação, nenhum extrato foi capaz de extinguir a população do ácaro-branco, do ácaro-rajado e do pulgão-verde, mas o extrato de calêndula reduziu a taxa de crescimento do *P. latus*, e o extrato de coentro reduziu o crescimento do *T. urticae* e *M. persicae*;
- Os extratos hidroalcoólicos de sementes de pimenta malagueta, de coentro e calêndula foram seletivos ao predador *Chrysoperla externa* na concentração de 10 mg/mL.