

Toxicidade de extratos de pinhão manso ao ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)

¹Anderson Mathias Holtz, ²Vando Miossi Rondelli, ¹Hágabo Honorato de Paulo, ¹Mayara Loss Franzin, ¹Jéssica Mayara Coffler Botti, ¹Vanessa Vícter dos Santos, ³Dirceu Pratisoli

¹Instituto Federal do Espírito Santo, Rodovia BR 259, s/n, Zona Rural, CEP 29709-910, Colatina, ES, Brasil. E-mails: anderson.holtz@ifes.edu.br, hagabo2008@hotmail.com, mayarafranzin@gmail.com, jessicabotti@hotmail.com, vanessavictordosantos@hotmail.com

² Universidade Federal de Rondônia, Avenida Norte/Sul, 7300, Nova Morada, CEP 76940-000, Rolim de Moura, RO, Brasil. E-mail: vando.rondelli@unir.br

³Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/nº, CEP 29500-000, Guararema, Alegre, ES, Brasil. E-mail: dirceu.pratisoli@gmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade acaricida de derivados (extratos e óleo) de diferentes partes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), em diferentes concentrações, visando ao manejo do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*. Discos de folhas de feijão-de-porco (4 cm de diâmetro) contendo 10 fêmeas de *T. urticae* foram pulverizadas com auxílio de uma torre de Potter, aplicando-se 6 mL de solução por repetição. Foram utilizadas 10 repetições por tratamento, sendo avaliada a mortalidade 72 horas após a pulverização. O óleo de *J. curcas* foi o único extrato que não se ajustou a nenhum modelo de regressão. As partes da planta de pinhão-manso folha, caule e raiz apresentaram efeito dose-resposta sobre a mortalidade de *T. urticae*, apresentando aumento da mortalidade em função do aumento da concentração desses extratos. Contudo, as mortalidades observadas nos tratamentos com o extrato da casca do caule se ajustaram ao modelo de regressão quadrática. O óleo de *J. curcas* na concentração de 1,0% e os extratos de folha e caule dessa planta na concentração de 3,0% causam mortalidade de *T. urticae* entre 82,6 e 88,5%. Assim, esses extratos de *J. curcas* podem ser utilizados para o manejo de *T. urticae*.

Palavras chave: Manejo Integrado de Pragas (MIP), Efeito dose-resposta, *Jatropha curcas*.

Toxicity of physic nut extracts to two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)

Abstract: The aim of this study was to evaluate the acaricide activity of derivatives (extracts and oil) from different parts of the physic nut (*Jatropha curcas* L.), at different concentrations, aiming the management of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Disks of jack-bean leaves (4 cm diameter) containing 10 females of *T. urticae* were sprayed with the aid of a Potter tower, applying 6 mL of solution per replicate. In all 10 replications per treatment were used, being evaluated mortality 72 hours after spraying. *J. curcas* oil was the only extract that did not adjust to any regression model. The parts of the physic nut leaf, stem and root showed dose-response effect on mortality of *T. urticae*, with increased mortality in function of the increased concentration of these extracts. However, mortalities observed in the treatments with the stem bark extract adjusted to the quadratic regression model. *J. curcas* oil at a concentration of 1.0% and stem and leaf extracts of this plant at a concentration of 3.0% cause mortality of *T. urticae* between 82.6 and 88.5%. Thus, these *J. curcas* extracts can be used for the management of *T. urticae*.

Keywords: Integrated Pest Management (IPM), Dose-response effect, *Jatropha curcas*.

Introdução

O Brasil destaca-se na produção de mamão, sendo que em 2015 produziu 1,46 milhão de toneladas colhidas em 30.285 hectares, com um valor da produção estimado em R\$ 1,2 bilhão de reais. Quanto a produção nacional, os principais produtores são os Estados da Bahia (723,5 mil toneladas, 49%) e Espírito Santo (361,3 mil toneladas, 25%), segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], (2015).

Apesar da elevada produção alguns fatores fitossanitários tendem a reduzir a produção do mamoeiro. Dentre estes, destaca-se o ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), que é considerada uma das pragas de maior importância econômica no mundo, encontrado em regiões de clima quente e úmido, sendo observado em todo o território brasileiro, com ocorrência principalmente durante os períodos mais quentes do ano (Oliveira, 2001 & Fadini et al., 2004). Além do mamoeiro, o ácaro hospeda-se em inúmeras culturas, tais como, algodoeiro, amendoim, abóbora, batata, berinjela, café, citros, feijão, maracujá, mamona, melancia, morango, pera, pimentão, soja, seringueira, tomate e uva (Oliveira, 1987 & Han et al., 2011).

O uso intensivo de acaricidas químicos sintéticos, principalmente, os não registrados para determinado organismo, pode provocar o ressurgimento da praga alvo, bem como o aparecimento de novas pragas, já que a maioria desses produtos possuem amplo espectro biológico e persistência no ambiente, prejudicando assim a saúde do consumidor e dos profissionais envolvidos nos processos de produção (Brito et al., 2004). Os ácaros geralmente possuem desenvolvimento rápido, como *T. urticae* em algodoeiro (25 °C, UR: 57,4%), com duração do ciclo de 9 dias (Esteves et al., 2010). Com isso, pode-se ocorrer rapidamente a seleção de indivíduos resistentes. Sabe-se que *T. urticae* é o artrópode-praga com maior número de resistência a compostos (93) (Sparks & Nauen, 2015). O manejo adequado desse ácaro, fazendo-se rotação de produtos com modos de ação distintos, diminui a chance das populações ficarem resistentes (Esteves et al., 2013a). Assim, a busca por novos compostos que poderão ser empregados no controle dessa praga aumentará as opções no manejo.

Os produtos fitossanitários botânicos apresentam diversas vantagens quando comparadas aos acaricidas químicos sintéticos: são de rápida degradação no ambiente, sendo menos persistentes, o que reduz seu impacto sobre organismos benéficos e não-alvo; geralmente possuem baixa toxicidade a mamíferos; são obtidos de recursos renováveis; e o surgimento de populações resistentes de artrópodes aos extratos de plantas é um processo lento, pois são compostos da associação de diversas substâncias bioativas (Roel, 2001 & Wiesbrook, 2004). A atividade acaricida do óleo de pinhão-manso, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae), foi observada sobre fêmeas de *T. urticae* (Esteves et al., 2013a, 2013b) e do pulgão-da-couve, *Brevicoryne brassicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) (Botti et al., 2015). Além do óleo de pinhão-manso causar a morte de artrópodes, o extrato etanólico de folhas dessa planta afetou a reprodução do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* (Say) (Acari: Ixodidae) (Juliet et al., 2012). Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade acaricida de derivados (extratos e óleo) de diferentes partes de *J. curcas* sobre *T. urticae*.

Material e métodos

O experimento foi realizado no período de março a julho de 2011, no Setor de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário [NUDEMAFI], no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo [CCA/UFES], em Alegre-ES. Este foi conduzido em câmaras climatizadas a temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas. A criação de *T. urticae* foi estabelecida em plantas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L. (Fabaceae), sem tratamento fitossanitário, cultivadas em vaso. Estes vasos foram acondicionados em gaiolas confeccionadas com tela anti-afídeos, a fim de evitar a entrada de outros organismos, sendo os mesmos colocados em casa de vegetação.

Preparo dos extratos vegetais

Para preparo dos extratos e óleo, folhas, caule sem casca, casca do caule e raízes de pinhão-manso foram coletadas na área experimental do Instituto Federal do Espírito Santo [IFES], Campus Itapina. Após este

procedimento, o material foi colocado para secar em estufa com circulação de ar forçado com temperatura de 60 °C durante 72 horas. As diferentes partes da planta de pinhão-mansão foram submetidas à moagem com auxílio de moinho de facas para obtenção de um pó fino. Entretanto, as sementes de pinhão-mansão, também coletadas na área experimental do IFES-Campus Itapina, foram submetidas à prensagem a frio com prensa hidráulica para extração do óleo, que foi em seguida filtrado em peneira fina. O óleo ficou armazenado por no máximo 7 dias, em vidro âmbar fechado, à 25 °C.

O procedimento de extração aquosa constou na utilização de 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; e 3,0 gramas de pó de cada estrutura vegetal (folhas, caule sem casca, casca do caule e raízes) em 100 mL do solvente (água destilada). Em seguida, a mistura permaneceu sob agitação (agitador magnético) por 20 minutos à temperatura ambiente. Após este período o extrato foi separado da parte sólida com auxílio de filtração simples utilizando um funil com voal.

Assim, as concentrações de extratos aquosos de cada estrutura vegetal utilizadas no experimento foram de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; e 3,0% (massa/volume). As concentrações utilizadas no experimento com óleo de pinhão-mansão foram semelhantes ao dos extratos aquosos. Para a diluição e aplicação do óleo, bem como dos extratos aquosos, foi utilizada água destilada com espalhante adesivo Tween® 80 PS (Dynamic Contemporary Chemistry LTDA) (0,05%).

Bioensaios

Para a realização dos testes foram cultivadas plantas de feijão-de-porco em casa de vegetação. Folhas dessa cultura foram retiradas periodicamente e levadas ao laboratório, onde foram lavadas com água destilada, secas em papel filtro e acondicionadas em caixas plásticas. Posteriormente, foram transferidos com auxílio de um pincel de cerdas finas, 10 fêmeas de *T. urticae* para discos (4 cm de diâmetro) de folhas feijão-de-porco provenientes de cultivos sem tratamento químico.

Estes discos foram acondicionados em placas de Petri (10 x 1,2 cm) contendo algodão umedecido ao redor dos mesmos para manter a turgescência e evitar a fuga dos ácaros. Cada

uma das concentrações do óleo e dos extratos de cada estrutura vegetal de *J. curcas*, que foram previamente determinadas, foram aplicadas sobre as folhas de feijão-de-porco. A testemunha consistiu de discos pulverizados com a solução água destilada + espalhante adesivo Tween® 80 (0,05%). Para aplicar as soluções sobre os ácaros nas placas de Petri foi utilizada uma torre de Potter, cuja pressão exercida foi de 15 Lb/pol² e volume de solução de 6 mL por repetição.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 5 x 6 (5 estruturas vegetais e 6 concentrações), com 10 repetições, sendo que cada placa de Petri constituiu uma repetição. Foi avaliada a mortalidade dos ácaros 72 horas após a aplicação. Posteriormente, calculou-se a mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925), e os dados foram submetidos à análise de variância, sendo os dados das diferentes concentrações de cada estrutura vegetal submetidos à análise de regressão e, entre as estruturas vegetais, submetidos ao teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Houve interação entre os extratos das diferentes partes vegetais do pinhão-mansão (folha, caule, casca do caule, raiz e óleo das sementes) e suas concentrações, sobre a mortalidade do ácaro-rajado ($F_{20, 270} = 5,63$; $P < 0,0001$). Nas concentrações de 0,5%, 1,0 e 1,5% o óleo da semente de pinhão-mansão causou a maior mortalidade ao ácaro-rajado (68,8, 86,9 e 74,3%, respectivamente), diferindo dos demais tratamentos (Tabela 1). Em estudo de eficiência residual do óleo de pinhão-mansão, a 1,0% (v/v), até o quarto dia após a aplicação, sobre fêmeas adultas do ácaro-rajado, foi observada aproximadamente 60% de mortalidade. A partir de 8 dias o resíduo não foi mais tóxico ao ácaro-rajado (Esteves et al., 2013b). Essa diferença entre os resultados, na concentração de 1,0%, provavelmente está relacionada a forma de exposição do ácaro ao óleo avaliado, pois neste trabalho a aplicação dos extratos atingiu os ácaros sobre os discos foliares, já no estudo de Esteves et al. (2013b) apenas as folhas foram pulverizadas. Nas testemunhas deste trabalho foram observadas mortalidades de 5,0 a 10,0%.

Tabela 1 – Mortalidade corrigida (média \pm EP) de fêmeas de *Tetranychus urticae* tratadas com extratos de cinco partes de pinhão-manso, *Jatropha curcas* L., a diferentes concentrações, após 72 horas. Temperatura de 25 ± 1 °C, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

| Concentração (% m/v) | Partes da planta ¹ | | | | |
|----------------------|-------------------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | Óleo | Folha | Caule | Casca | Raiz |
| 0,5 | 68,8 \pm 8,49a | 16,2 \pm 2,61b | 14,6 \pm 2,92b | 29,1 \pm 3,63b | 26,1 \pm 7,62b |
| 1,0 | 86,9 \pm 4,23a | 8,5 \pm 2,92c | 31,4 \pm 5,31b | 39,0 \pm 5,66b | 24,4 \pm 3,55b |
| 1,5 | 74,3 \pm 6,84a | 43,2 \pm 7,77b | 33,6 \pm 4,67b | 53,7 \pm 8,10b | 40,1 \pm 7,86b |
| 2,0 | 69,8 \pm 6,89a | 73,5 \pm 7,40a | 70,2 \pm 8,41a | 66,6 \pm 8,18a | 51,9 \pm 2,14a |
| 2,5 | 65,8 \pm 5,91a | 72,1 \pm 7,72a | 46,3 \pm 6,49b | 38,5 \pm 10,55b | 41,3 \pm 9,86b |
| 3,0 | 75,2 \pm 4,26a | 82,6 \pm 3,92a | 88,5 \pm 5,61a | 55,1 \pm 8,23b | 49,3 \pm 4,92b |

¹Médias seguidas pelas mesmas letras, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

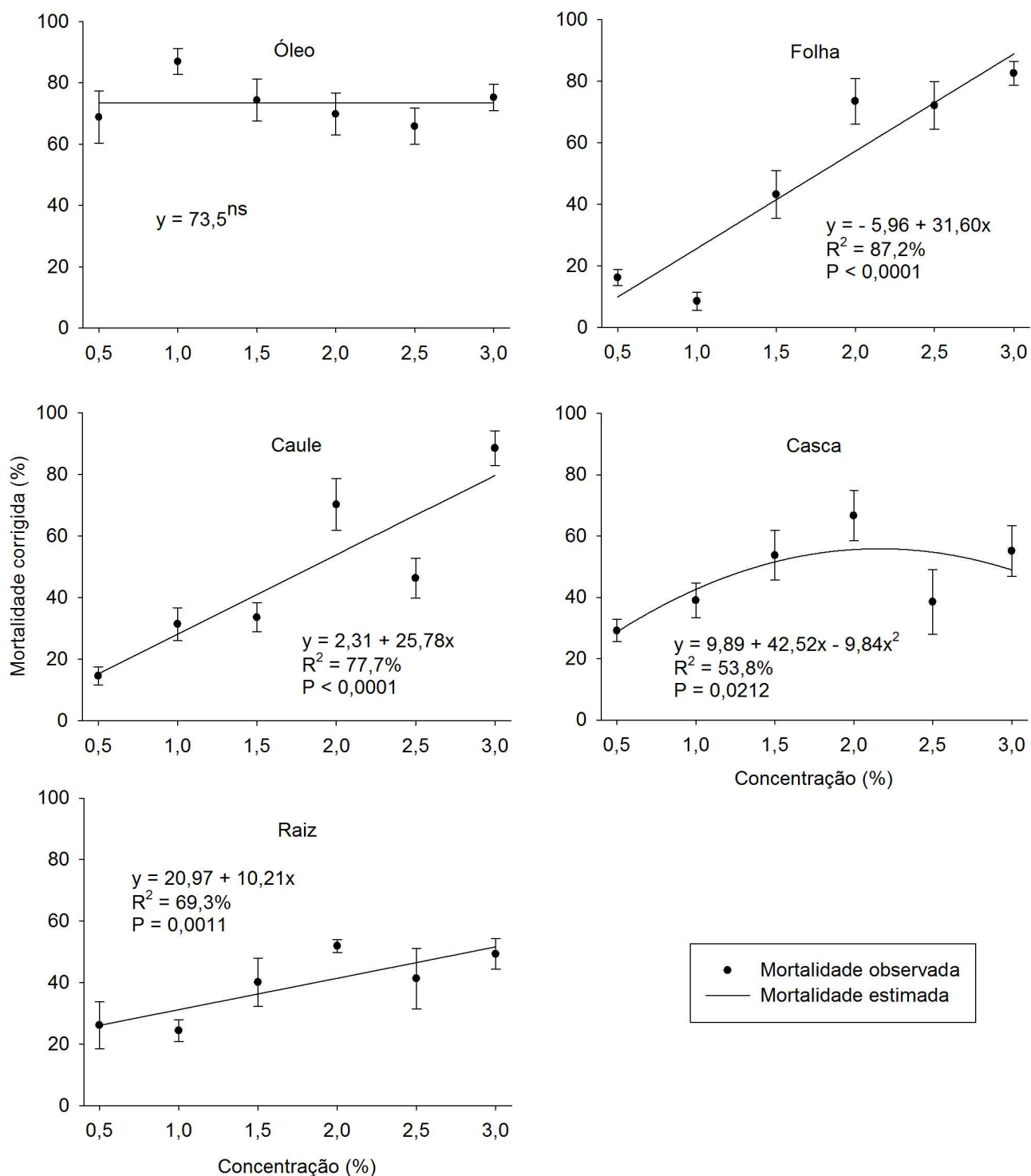
Na concentração de 2,0%, os extratos de folha, caule e casca do caule foram tão eficientes quanto o óleo, causando mortalidade variando entre 51,9 e 73,5% (Tabela 1). À 2,5% os extratos que causaram maior mortalidade ao ácaro-rajado foram o de óleo e folha (65,8 e 72,1%, respectivamente). Na concentração de 3,0%, as mortalidades mais elevadas do ácaro-rajado foram proporcionadas pelos extratos de óleo, folha e caule, sendo observadas mortalidades de 75,2, 82,6 e 88,5%, respectivamente. Utilizando-se os extratos da casca do caule e da raiz não foi observada diferença significativa na mortalidade do ácaro-rajado, que variou de 29,1 a 66,6% e 24,4 a 51,9%, respectivamente (Tabela 1).

A mortalidade da praga ocasionada pelo óleo de pinhão-manso não se ajustou a nenhum modelo de regressão (Figura 1). Foi observada mortalidade de 68,8% na concentração de 0,5%. A máxima mortalidade foi observada aplicando-se a concentração de 1,0% (86,9%). Nas concentrações entre 1,5 e 3,0% do óleo foi observada mortalidade entre 65,8 e 75,2% (Figura 1). De acordo com Esteves Filho et al. (2013a), o óleo emulsificado de pinhão-manso proporcionou CL₅₀ de 0,35% e CL₉₀ de 2,09% a fêmeas do ácaro-rajado pela técnica de imersão de discos de folha de algodão (infestação dos

ácaros após 30 minutos) nas soluções. Contudo, Botti et al. (2015) ao avaliarem o óleo de pinhão-manso sobre o pulgão-da-couve, *B. brassicae*, observaram mortalidade de 63,7%, na concentração de 3,0% desse óleo.

No entanto, os dados dos extratos de folha, caule e raiz de pinhão-manso se ajustaram ao modelo de regressão linear, sendo que a mortalidade do ácaro-rajado aumentou em função da concentração desses extratos. O extrato de folha nas concentrações de 1,5 e 3,0% proporcionou mortalidades de 43,2 e 82,6%, respectivamente; e o extrato de caule nessas mesmas concentrações proporcionou mortalidades de 33,6 e 88,5%, respectivamente. O extrato de raiz causou mortalidade de 51,9 e 49,3% nas concentrações de 2,0 e 3,0%, respectivamente. Contudo, a mortalidade de *T. urticae* apresentada pelo extrato de casca do caule de pinhão-manso se ajustou ao modelo de regressão quadrática (Figura 1). Além dos compostos de pinhão-manso terem causado a morte de artrópodes (Esteves et al., 2013a & Botti et al., 2015), o extrato etanólico de folhas dessa planta bloqueou a eclosão dos ovos do carrapato *R. (B.) annulatus* (Juliet et al., 2012).

Figura 1 - Mortalidade corrigida (média \pm EP) de fêmeas de *Tetranychus urticae* tratadas com extratos de cinco partes de pinhão-manso, *Jatropha curcas* L., a diferentes concentrações, após 72 horas. Temperatura de 25 ± 1 °C, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.



Conforme observado nos extratos de folha, caule e raiz de pinhão-manso, à medida que se aumenta a concentração, aumenta a mortalidade

do ácaro-rajado. Botti et al. (2015) também observaram essa resposta ao avaliarem os extratos de nim, pimenta-malagueta e óleo de

pinhão-manso sobre *B. brassicae*. Provavelmente, isto está ocorrendo devido à redução na capacidade de destoxificação de *T. urticae* nas maiores concentrações, pois nestas há um maior número de moléculas do princípio ativo da planta por volume da solução, atuando de forma conjunta no aparelho digestivo e sobre os ribossomos, simultaneamente (Lord et al., 1994, Darby et al., 2001 & Audi et al., 2005). Além disso, como os extratos foram aplicados sobre o ácaro e o alimento (disco de folha), pode-se inferir que o ambiente estava saturado, dificultando ao máximo que esta praga escapasse da ação acaricida da planta.

Nas folhas de pinhão-manso predomina a presença de flavonoides, glicosídeos, esteroides e alguns tipos de álcoois (Staubmann et al., 1999), agindo semelhante ao óleo de pinhão-manso quando aplicado sobre os organismos alvos.

A toxicidade de *J. curcas* é atribuída principalmente à presença de dois componentes nas sementes: uma proteína inativadora de ribossomos (curcina) e a ésteres diterpenos. A curcina é similar à ricina, uma proteína tóxica isolada de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.), que apresenta duas cadeias polipeptídicas, uma com função de lectina e outra capaz de inibir a síntese protéica (Stirpe et al., 1976). Sendo assim, como a curcina (extraída do pinhão-manso) é similar à ricina (extraída da mamona), a mortalidade de *T. urticae*, provavelmente, está associada à ação conjunta de efeitos antialimentares e acaricidas de proteínas (Darby et al., 2001) contidas no óleo extraído da semente de *J. curcas*. Esta atividade antialimentar é devida à ação de inibidores proteicos de α -amilase, que impedem a digestão e absorção do amido pelos animais (Olsnes & Kozlov, 2001). Já a atividade tóxica é devida à ação de proteínas inativadoras de ribossomos (RIP-S), que quando ingeridas provocam a morte das células dos aparelhos gastrintestinais (Lord et al., 1994 & Audi et al., 2005).

Como o óleo e extratos de pinhão-manso foram aplicados simultaneamente sobre o ácaro e sobre o disco de folha feijão, o mesmo poderia atuar sobre os indivíduos de diferentes formas, podendo penetrar no organismo por ingestão, contato e pelas vias respiratórias. Entretanto, alguns autores argumentam que a ação por contato é mais rápida do que o modo de ação por ingestão, pois este último, para agir sobre o

organismo alvo, depende do processo de digestão para incorporação e ação nos sistemas vitais da praga (Isman, 2006). Em face disso, fica evidente que novas pesquisas devem ser desenvolvidas a fim de esclarecer melhor como realmente atuam tais substâncias.

Conclusão

O óleo de pinhão-manso na concentração de 1,0% e os extratos de folha e caule dessa planta na concentração de 3,0% causam elevada mortalidade a fêmeas de *T. urticae* (entre 82,6 e 88,5%). Assim, esses extratos de pinhão-manso podem ser utilizados para o manejo do ácaro-rajado na cultura do mamão e de outras plantas hospedeiras.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal do Espírito Santo [IFES], ao Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário [NUDEMAFI], ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico [CNPQ], e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo [FAPES] pelo apoio e concessão de bolsas.

Referências

- Abbott, W. S. A. (1925). Method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Invertebrate Pathology*, 18 (1), 265-267.
- Audi, J., Belson, M., Patel, M., Schier, J., & Osterloh, J. (2005). Ricin poisoning: a comprehensive review. *The Journal of the American Medical Association*, 294 (18), 2342-2351.
- Botti, J. M. C., Holtz, A. M., Paulo, H. H., Franzin, M. L., Pratisoli, D., & Pires, A. A. (2015). Controle alternativo do *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) com extratos de diferentes espécies de plantas. *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 10 (2), 178-183.
- Brito, G. G., Costa, E. C., Maziero, H., Brito, A. B., & Dörr, F. A. (2004). Preferência da broca-das-cucurbitáceas [*Diaphania nitidalis* Cramer, 1782 (Lepidoptera: Pyralidae)] por cultivares de

- pepineiro em ambiente protegido. *Ciência Rural*, 34 (2), 577-579.
- Darby, S. M., Miller, M. L., & Allen, R. O. (2001). Forensic determination of ricin and the alkaloid marker ricinine from castor bean extracts. *Journal of Forensic Sciences*, 46 (5), 1033-1042.
- Esteves Filho, A. B., Oliveira, J. V., Torres, J. B., & Gondim JR, M. G. C. (2010). Biologia comparada e comportamento de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em algodoeiro BollgardTM e isolinha não-transgênica. *Neotropical Entomology*, 39 (3), 338-344.
- Esteves Filho, A. B., Oliveira, J. V., Torres, J. B., & Matos, C. H. C. (2013a). Toxicidade de espiromesifeno e acaricidas naturais para *Tetranychus urticae* Koch e compatibilidade com *Phytoseiulus macropilis* (Banks). *Semina: Ciências Agrárias*, 34 (6), 2675-2686.
- Esteves Filho, A. B., Oliveira, J. V., & Matos, C. H. C. (2013b). Eficiência residual de acaricidas sintéticos e produtos naturais para *Tetranychus urticae* Koch, em algodoeiro. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 8 (4), 583-588.
- Fadini, M. A. M., Pallini, A., & Venzon, M. (2004). Controle de ácaros em sistema de produção integrada de morango. *Ciência Rural*, 34 (4), 1271-1277.
- Han, J., Kim, S-IL, Choi, B-R, Lee, S-G. , & Ahn, Y-J. (2011). Fumigant toxicity of lemon eucalyptus oil constituents to acaricide-susceptible and acaricide-resistant *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science*, 67 (12), 609-740.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2015). *SIDRA: Sistema IBGE de Recuperação Automática*. [Software]. Recuperado em 30 setembro, 2015, de <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=11&i=P&c=1613>
- Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45-66.
- Juliet, S., Ravindran, R., Ramankutty, S. A., Gopalan, A. K. K., Nair, S. N., Kavillimakkil, A. K., Bandyopadhyay, A., Rawat, A. K. S., & Ghosh, S. (2012). *Jatropha curcas* (Linn) leaf extract -a possible alternative for population control of *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 2 (3), 225-229.
- Lord, M. J., Roberts, L. M., & Robertus, J. D. (1994). Ricin: structure, mode of action and some current applications. *The Faseb Journal*, 8 (2), 201-208.
- Oliveira, C. A. L. (1987). Ácaros. In: Ruggiero, C. (Ed.). *Cultura do Maracujazeiro*. (pp. 104-110). Ribeirão Preto: Legis-Summa.
- Oliveira, C. A. L., & Calcagnolo, G. (2001). Ação do ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks,1904) na depreciação quantitativa e qualitativa da produção algodoeira. *O Biológico*, 40 (5), 139-149.
- Olsnes, S., & Kozlov, J. (2001). Ricin. *Toxicon*, 39 (11), 1723-1728.
- Roel, A. R. (2001). Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. *Interações*, 1(2), 43-50.
- Sparks, T. C., & R. Nauen. (2015). IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121 (1), 122-128.
- Staubmann, R., Foild, G., Foild, N., Gubitz, G. M., Lafferty, R. M., Arbizu, U. M., & Steiner, W. (1999). Biogas production from *Jatropha curcas* press cake. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 63 (1), 457-467.
- Stirpe, F., Pession-Brizzi, A., Lorenzoni, E., Strocchi, P., Montanaro, L., & Sperti, S. (1976). Studies on the proteins from the seeds of *Croton tigliumi* and of *Jatropha curcas*. Toxic properties and inhibition of protein synthesis in vitro. *Biochemical Journal*, 156 (1), 1-6.
- Wiesbrook, M. L. (2004). Natural indeed: are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? *Illinois Pesticide Review*, 17 (3), 1-8.

Recebido em: 13/12/2014

Aceito em: 26/10/2016