

Seletividade de extratos naturais a pragas, inimigos naturais, parasitoides e predadores em sistema de produção agroecológico vegetal

Yuri Santos Silva¹, Eliane Nunes da Silva¹, Daniel Mendes da Silva¹, Maria Vitória Dias Carneiro¹, Wellington Souto Ribeiro^{*2}.

¹Universidade Estadual da Paraíba, yurieaac@gmail.com; lianbela2010@gmail.com; danielms11@outlook.com; vitória.uepb@hotmail.com; ^{*2} Universidade Federal de Campina Grande, wellingtisouto@yahoo.com.br.

RESUMO: A busca por compostos naturais com atividade inseticida tem sido considerada uma estratégia promissora. Metabólitos secundários de plantas podem inibir o desenvolvimento de insetos sendo repelentes e/ou atraindo alguns insetos que oferecem defesa à planta. A utilização de metabólitos de plantas é uma perspectiva limpa para o controle de insetos-praga. Os óleos essenciais são misturas de compostos lipossolúveis. Atualmente, mais de seis centenas de espécies de cento e dez famílias de plantas foram identificadas como apresentando atividade inseticida efetiva, sendo as Solanáceas uma das principais famílias. Pesquisas com inseticidas botânicos têm vantagens e limitações. O número de espécies de insetos descritos pela ciência é estimado em um milhão, apenas 10% podem ser categorizados como pragas. Extratos alcoólicos foram obtidos de folhas verdes de *Cyperus rotundus*, *Phyllanthus tenellus*, *Ricinus communis* e de sementes de *Carica papaya*. As áreas de produção agroecológicas vegetal foram divididas em transectos. Parte destes foram tratados com os extratos alcoólicos. Nesta pesquisa foram coletados, com auxílio de armadilhas, um total de 9.330 artrópodes. A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa é possível concluir que: o extrato de *Carica papaya* apresentou uma eficiência de 84,2% na mortalidade de lagartas.

PALAVRAS-CHAVE: Extratos naturais; Horta; Inseto-praga.

INTRODUÇÃO

O controle químico de insetos pragas por meio da aplicação de compostos sintéticos tem sido uma estratégia de sucesso (Isman, 2006; Ghosh et al., 2012; Maia & Moore, 2011; Boulogne et al., 2012). Entretanto, o uso indiscriminado destes compostos tem levado a consequências negativas como poluição ambiental, resíduos em alimento, resistências de pragas, que tem resultado em regulamentação mais rigorosa quanto ao uso de compostos químicos sintéticos e aumentado o apelo pela busca de pesticidas ambientalmente seguros (Lichtfouse et al., 2009).

A busca por compostos naturais com atividade inseticida tem sido considerada uma estratégia promissora (Kebede et al., 2010; Pavela, 2008, 2009; Pavela et al., 2009, 2010). Metabólitos secundários de plantas podem inibir o desenvolvimento de insetos (Chariandy et al., 1999), ser repelentes (Akhtar et al., 2012), atrair alguns insetos que oferecem defesa à planta, e favorecerem a dispersão de pólen e sementes (Azuma & Toyota, 2012). A utilização de metabólitos de plantas é uma perspectiva limpa para o controle de insetos-praga nos mais diferentes ambientes (Lenardis et al., 2011; Zoubiri & Baaliouamer, 2011). Terpenóides, flavonóides e saponinas se encontram entre as principais classes de compostos naturais com atividade inseticida.

Terpenóides constituem uma grande classe de compostos naturais. A maior parte destes compostos são metabólitos secundários que apresentam atividades de defesa da planta contra o ataque de pragas e doenças (Akram et al., 2008; Bleeker et al., 2011; Matsuba et al., 2013). Flavonóides constituem outra ampla classe de metabólitos estruturalmente diversos sintetizados por plantas. O esqueleto estrutural dos flavonoides é constituído por 2-fenilcromen-4-one (favonóides), 3-fenilcromen-4-one (isoflavonóides) e 4-fenilcumarina (neoflavonóides). Estes compostos desempenham papel crucial na defesa de plantas contra herbívoros (Schmidt et al., 2011). Saponinas são heterosídeos formados por uma porção hidrossolúvel constituída por açúcares e uma porção lipossolúvel constituída geralmente por triterpenos ou esteroides (Chaieb, 2010).

Ainda como produtos do metabolismo secundário os óleos essenciais são misturas de compostos lipossolúveis, voláteis (baixo peso molecular), como monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanóides, e com densidades geralmente menores que a água (Rubiolo et al., 2010), facilmente difundindo-se através da membrana celular, o que facilita sua penetração e as interações com seu sítio ação (Yegen et al., 1998). Além disso, as atividades de óleos essenciais favorecem interações sinérgicas entre seus componentes (Akhtar et al., 2012).

Atualmente, mais de seis centenas de espécies de cento e dez famílias de plantas foram identificadas como apresentando atividade inseticida efetivamente significativa, sendo as Solanáceas uma das principais famílias (Boulogne et al., 2012). Apesar do elevado potencial inseticida atribuído a metabólitos produzidos por plantas, poucos produtos botânicos têm sido utilizados comercialmente para o controle de insetos, sendo os principais o piretro, a rotenona, o nim e óleos essenciais de algumas espécies (Isman, 2006).

Pesquisas com inseticidas botânicos têm vantagens e limitações. Entre as vantagens incluem-se rápida degradação no ambiente, ação rápida no organismo alvo, baixa a moderada toxicidade a mamíferos e às plantas cultivadas nas dosagens recomendadas, menores impactos em organismos benéficos, menor custo e maior disponibilidade de material comparado a inseticidas sintéticos. No entanto, as limitações de inseticidas botânicos podem

incluir a necessidade de sinergistas, possíveis danos a organismo não-alvo, baixa persistência no ambiente, raramente apresentam ação sistêmica e carência de pesquisa (Viegas Jr., 2003; Akhtar & Isman, 2004; Oliveira et al., 2007; Fazolin et al., 2010; Phillips & Throne, 2010).

Muitas plantas metabolizam compostos que se acumulam em tecidos ou células específicas, como tricomas glandulares epidérmicos, que ocorrem na superfície de folhas, frutos, flores de muitas espécies de plantas, sendo a primeira linha de defesa contra os insetos e patógenos (Wang et al., 2008; Besser et al., 2009; Olsson et al., 2009; Maes et al., 2011). Tricomas glandulares de Solanaceae sintetizam várias classes de compostos incluindo os terpenóides, açúcares, acil fenilpropanóides, alcalóides e metilcetonas (Schillmiller et al., 2008, 2010; Schmidt et al., 2011, 2012). Estes compostos estão implicados em defesa das plantas contra pragas e patógenos de insetos, atuando diretamente como toxinas ou repelentes ou indiretamente através interações tritróficas (Iijima et al., 2004; Croteau et al., 2005; Ambrósio et al., 2008; Bleeker et al., 2011).

O número de espécies de insetos descritos pela ciência é estimado em, aproximadamente, um milhão (DELVARE; AVERLENC, 1989; GALLO et al., 2002), sendo que desse total cerca de 10% podem ser categorizados como pragas, por prejudicar e/ou competir com as plantas, animais domésticos e/ou o próprio homem (GALLO et al., 2002). Insetos causam danos diretos, quando atacam o produto a ser comercializado; ou indiretos, quando atacam estruturas vegetais que não serão comercializados (folhas e raízes, por exemplo), mas que alteram os processos fisiológicos, provocando reflexos negativos na produção. Além disso, insetos-praga podem atuar indiretamente, transmitindo patógenos, especialmente vírus, facilitando a proliferação de bactérias e desenvolvimento de fungos (p.ex., fumagina) e outros patógenos, ou injetando substâncias toxicogênicas durante o processo alimentar (CROCOMO, 1990; HILL, 1996; DE LAMONICA; IDE, 2002; GALLO et al., 2002; GILLOTT, 2005). Levantamentos realizados no final da década de 1990 no Brasil indicaram que as pragas podem ser responsáveis por perdas da ordem de 2,2 bilhões de dólares para as principais culturas brasileiras (BENTO, 1999).

Assim, objetivou-se verificar a seletividade do uso de óleos essenciais e extratos de folhas verdes de *Cyperus rotundus*, *Phyllanthus tenellus*, *Ricinus communis* e de sementes de *Carica papaya* sobre insetos pragas, inimigos naturais, parasitoides e predadores em sistemas Agroecológicos de produção vegetal. Identificar, sistematizar e difundir os resultados obtidos com agricultores/as agroecológicos e a comunidade científica através da publicação de artigos científicos em periódicos especializados, resumos em congressos, palestras e cartilhas.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da horta

A primeira parte do trabalho foi conduzido em campo na horta do campus II do Departamento de Agroecologia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Estadual da Paraíba sediado em Lagoa Seca – PB, com altitude de 634 m, mesorregião do Agreste Paraibano, com coordenadas geográficas 07°10'15" S e 35°51'14" O, com temperatura média anual de 22,0° C e umidade relativa média de 83,19% e precipitação anual de 1100 a 1200 mm, e insolação média de 2557,4 horas/ano.

A vegetação implantada na horta foi, alface lisa (*Lactuca sativa*), alface paulista (*Lactuca sativa* var. capitata) e alface roxa (*Lactuca sativa* var. crispa).

Extração, preparação e caracterização dos extratos

Extratos alcoólicos foram obtidos de folhas verdes de *Cyperus rotundus*, *Phyllanthus tenellus*, *Ricinus communis* e de sementes de *Carica papaya* por imersão em álcool etílico 70% por sete dias. O álcool foi extraído a 250°C e o extrato filtrado e diluídos em água destilada para obter as concentrações de 25, 50 e 75% dos mesmos, cujos efeitos foram comparados com água destilada (controle).

Amostragem e levantamento dos insetos

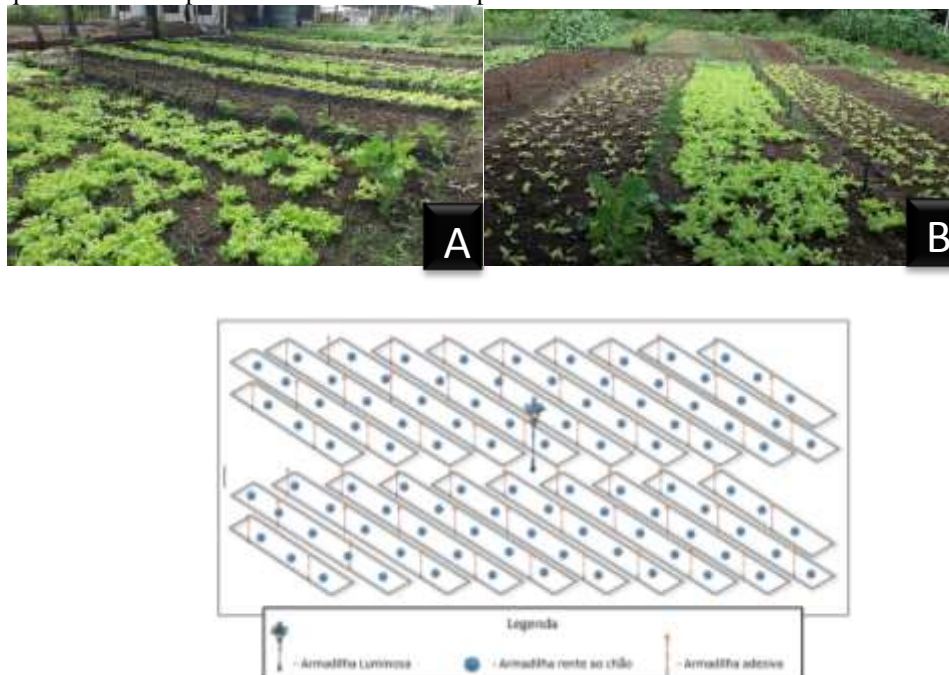
Os insetos foram amostrados nos sistemas de produção agrícola do campus II da UEPB de agosto de 2018 a julho de 2019, com as seguintes armadilhas: a) armadilhas luminosas ligadas durante a noite, das 18 às seis horas (Fig. 1); b) armadilhas confeccionadas com potes plásticos de 500 ml, com 15 cm de altura e 10 cm de diâmetro, enterrados com suas bordas ao nível da superfície do solo. Os potes continham solução de água e álcool (1:1, v/v) como conservador até a metade do recipiente (Fig. 2); c) panos de batida com 1 m de comprimento e 1,4 m de largura (Fig. 3) e d) adesivos colantes feitos com garrafas pet de 500 ml e pintadas por dentro de cores amarelo, azul e vermelho, pinceladas na parte exterior com óleo de cozinha reciclado (Fig. 4).



As coletas foram feitas a cada 15 dias. Esse intervalo evitou que as coletas sofressem a influência de um possível controle, exercido pelas próprias armadilhas (Botelho et al., 1976). Os dados utilizados foram as médias mensais do número de indivíduos coletados. Os insetos coletados foram acondicionados em mantas entomológicas, etiquetadas com local e data de coleta e enviadas para o Laboratório de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba, em Lagoa Seca, Paraíba onde foram contados, catalogados e montados. A identificação dos exemplares foi baseada em coleções entomológicas de outras instituições de pesquisa e em consulta à literatura. Os exemplares catalogados e as coleções de referência serão mantidos no insetário do Campus II da UEPB.

Áreas de produção agroecológicas vegetal do Campus II da UEPB foram divididas em transectos (Fig. 5A e 5B). Parte destes foram tratados com os extratos alcoólicos das espécies já citadas e simulando o controle de pragas. A outra parte tratada com água destilada compreendendo o controle. Para que a seletividade dos extratos alcoólicos fosse avaliada pela amostragem dos insetos antes e depois da aplicação. A área recebeu instalação de 1 armadilha luminosa centralizada para melhor acesso aos insetos, 5 armadilhas rentes ao chão com espaçamento de 1m transecto, 3 armadilhas adesivas com suporte de 80cm do chão conforme o croqui apresentado na Figura 6 (vermelho, amarelo e azul).

Figura 6 – Croqui da área de experimento na horta do Campus II



Os valores foram transformados para raiz quadrada de $x + 0,5$, sendo submetidos posteriormente a análise da variância e ao agrupamento das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. A eficiência de controle foi calculada pela fórmula de ABBOTT (1925).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Principais grupos de artrópodes

Nesta pesquisa foram coletados, com auxílio de armadilhas, um total de 9.330 artrópodes.

Tabela 1 – Principais ordens de artrópodes coletados com auxílio de armadilhas na horta do Campus II da UEPB – Lagoa Seca/PB.

Armadilhas	Ordens							
	Hymenoptera	Diptera	Lepdoptera	Hemiptera	Coleoptera	Orthoptera	Thysanoptera	Neuroptera
Armadilha luminosa	70	120	350	210			90	140
Armadilhas rente ao solo	220	2.960	1.230	390			670	
Pano de batida					20	50		
Armadilha adesiva c/ suporte a 80cm do solo	110	1.400	770	180			290	60
TOTAL	400	4.480	2.350	780	20	50	1.050	200

Das ordens de insetos coletados, Diptera registrou o maior número de indivíduos. Entre os inimigos naturais da ordem Diptera destacam-se os representantes das famílias Syrphidae, cujas larvas de algumas espécies são predadoras, e Tachinidae e Sarcophagidae, com espécies que se desenvolvem como parasitoides.

Entre os transectos não ocorreram diferenças significativas na quantidade de indivíduos coletados devido os tratamentos serem próximos e receberem o mesmo manejo, como a adubação de esterco bovino e caprino. Outra hipótese para explicar a qualidade e vida desse solo seria em relação ao histórico dessas áreas, onde originalmente possuíam cultivos florestais e de subsistência.

Principais inimigos naturais coletados em armadilhas rente ao solo

O monitoramento de insetos utilizando-se armadilhas adesivas na cor amarela demonstrou ser eficiente nos sistemas de cultivo de folhosas. Diferentes grupos de insetos (herbívoros e inimigos naturais) foram capturados com esse método de amostragem.

As ordens de insetos predominantes nas coletas foram, respectivamente, Diptera (2.960 indivíduos); Lepidoptera (1.230 indivíduos) e Thysanoptera (670 indivíduos).

Seletividade em relação ao controle de lagartas pequenas (<1,5cm) e grandes (>1,5cm)

Na Tabela 2 observou-se que, aos sete dias de avaliação, todos os tratamentos diferiram, significativamente, da testemunha, determinando uma sobrevivência média de 1,5, 0, 2, 2,25 e 1,5 lagartas totais, para os tratamentos de *Cyperus rotundus*, *Phyllanthus tenellus*, *Ricinus communis* e de sementes de *Carica papaya*, respectivamente. Estes índices foram aparentemente, satisfatórios para os extratos naturais, já que a eficiência de controle foi superior a 76% para todos os tratamentos.

Tabela 2 – Número médio de lagartas e eficiência agrônômica (%) a partir da utilização de diferentes extratos naturais aplicados para o controle de lagartas grandes (>1,5cm), mais as pequenas (<1,5cm) de *Anticarsia gemmatalis*, em diferentes datas de avaliação da horta do Campus II da UEPB – Lagoa Seca/PB.

Tratamentos	Dias após a aplicação dos tratamentos						
	0	2	4	7	10	15	21
	Número médio de sobrevivência						
<i>Carica papaya</i>	9,00 a ¹	6,25 ab	3,25 bc	1,50 b	2,50 d	2,25 b	5,25 ab
<i>Cyperus rotundus</i>	10,00 a	0,50 c	0,00 d	0,00 b	0,00 e	1,25 b	3,25 b
<i>Phyllanthus tenellus</i>	10,50 a	4,25 b	4,25 ab	2,00 b	6,50 bc	8,00 a	10,00 a
<i>Ricinus communis</i>	8,00 a	5,25 ab	1,75 bc	1,50 b	8,75 b	3,00 b	8,50 ab
Testemunha	9,00 a	11,00 a	8,50 a	9,50 a	14,00 a	11,00 a	14,50 a
C.V.%	12,22	17,73	19,54	33,22	22,31	23,46	21,76
	Eficiência agrônômica						
<i>Carica papaya</i>	----	43,2	61,8	84,2	82,1	79,5	64,9
<i>Cyperus rotundus</i>	----	95,5	100,0	100,0	100,0	88,6	77,6
<i>Phyllanthus tenellus</i>	----	61,4	50,0	78,9	53,6	27,3	31,0
<i>Ricinus communis</i>	----	45,5	79,4	84,2	41,1	81,8	41,4
Testemunha	----	----	----	----	----	----	----

¹Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si (teste Tukey 5%).

²Fórmula de Abbott (1925).

Dentre os extratos avaliados o de sementes de *Carica papaya* teve uma ação mais lenta apresentando uma sobrevivência média de 6,25 lagartas, aos dois dias, após a aplicação dos tratamentos, o que equivale a uma eficiência de controle de 43,2% diminuindo aos quatro dias de avaliação para 3,25 lagartas com uma eficiência média de controle de 61,8% chegando aos sete dias, após a aplicação dos tratamentos com um índice médio de eficiência de 84,2%. Efeitos tóxicos da azadiractina, agindo como regulador de crescimentos de insetos, foram observados em várias espécies testadas, sendo a eficácia dos compostos extraídos do *Carica papaya* diretamente relacionados ao conteúdo de azadiractina, porém outros compostos presentes na planta, também possuem atividade biológica aumentando o seu efeito inseticida. A probabilidade de resistência de outras substâncias com atividades inseticida, quando comparado ao uso da azadiractina somente (FENG & ISMAN, 1995). Quanto ao fato de não ter sido verificado o efeito imediato após a aplicação (Tab. 3).

Tabela 3 - Número médio de níveis de desfolha, a partir da utilização de diferentes extratos naturais, aplicados para o controle de lagartas grandes (>1,5cm), mais as pequenas (<1,5cm) de *Anticarsia gemmatalis*, em diferentes datas de avaliação da horta do Campus II da UEPB – Lagoa Seca/PB.

Tratamentos	Dias após a aplicação dos tratamentos						
	0	2	4	7	10	15	21
<i>Carica papaya</i>	30,0 a*	30,0 b	33,8 a	30,0 a	28,0 ab	23,5 a	35,0 a
<i>Cyperus rotundus</i>	30,0 a	23,8 b	31,3 a	16,3 a	15,0 c	18,0 a	35,0 a
<i>Phyllanthus tenellus</i>	30,0 a	28,5 b	37,5 a	33,8 a	30,0 ab	23,75 a	33,8 a
<i>Ricinus communis</i>	30,0 a	32,5 b	30,0 a	27,5 a	25,0 bc	27,5 a	23,5 a
Testemunha	30,0 a	52,5 a	46,3 a	40,0 a	40,0 a	41,25 a	35,0 a
C.V.%	9,7	4,8	7,1	7,4	10,8	6,4	14,3

*Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si (teste Tukey 5%).

Os demais extratos naturais de *Cyperus rotundus*, *Phyllanthus tenellus* e *Ricinus communis* chegaram aos 21 dias, com índice de desfolha inferior ao da pré-contagem, porém sem diferenciar significativamente do tratamento testemunha.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa é possível concluir que: o extrato de *Carica papaya* apresentou uma eficiência de 84,2% na mortalidade de lagartas grandes e pequenas. Enquanto que os cultivos de hortaliças biodiversificados não apresentaram diferenças significativas de ocorrência para os principais grupos de inimigos naturais de solo (Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera) quando comparados com o plantio convencional. Considerando o período de avaliação dos dados de dez meses, a similaridade entre a artropofauna coletada no solo é mais influenciada pelo histórico da área de cultivo e meses de coleta do que pelo modelo de cultivo estabelecido. Considerando o período de avaliação dos dados de dez meses, a similaridade entre a artropofauna coletada com armadilha adesiva é influenciada pelo histórico e manejo das áreas.

A diversificação dos ambientes de cultivo demonstra ser uma alternativa viável no controle de insetos-praga de diversos cultivos através do emprego de inimigos naturais presentes nesse tipo de ambiente. Dessa forma, esperamos que a evolução de pesquisa neste sentido possam cada vez mais convencer agricultores a investir nos processos ecológicos naturais como a principal ferramenta para a convivência harmônica não mais com pragas, mas simplesmente insetos. Muito dos artrópodes coletados nesta pesquisa demonstraram grande potencialidade para serem usados como agentes de controle biológico de insetos-praga em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP).

REFERÊNCIAS

- AKHTAR Y. & ISMAN, M. B. Comparative growth inhibitory and antifeedant effects of plant extracts and pure allelochemicals on four phytophagous insect species. J. Appl. Ent., 128, 32-38, 2004.
- AKHTAR, Y. L.; PAGES, E.; STEVENS, A.; BRADBURY, R.; CAMARA, C. A. G.; ISMAN, M. B. Effect of chemical complexity of essential oils on feeding deterrence in larvae of the cabbage looper. Physiol. Entomol., 37, 81-91, 2012.
- AKRAM, A.; ONGENA, M.; DUBY, F.; DOMMES, J.; THONART, P. Systemic resistance and lipoxygenase-related defence response induced in tomato by *Pseudomonas putida* strain BTP1. BMC Plant Biol., 8, 113, 2008.
- AZUMA, H. & TOYOTA, M. Floral scent emission and new scent volatiles from *Acorus* (Acoraceae). Biochem. Syst. Ecol., 41, 55-61, 2012.
- BETTIOL, W; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2003, 279p.
- BLEEKER, P. M.; DIERGAARDE, P. J.; AMENT, K.; GUERRA, J.; WEIDNER, M.; SCHUTZ, S.; DE BOTH, M. T.; HARING, M. A.; SCHUURINK, R. C. The role of specific tomato volatiles in tomato-whitefly interaction. Plant Physiol., 151, 925-935, 2009.
- BLEEKER, P. M.; SPYROPOULOU, E. A.; DIERGAARDE, P. J.; VOLPIN, H.; DEBOTH, M. T. J.; ZERBE, P.; BOHLMANN, J.; FALARA, V.; MATSUBA, Y.; PICHERSKY, E.; MARING, M. A.; SCHUURINK, R. C. RNA-seq discovery, functional characterization, and comparison of sesquiterpene synthases from *Solanum lycopersicum* and *Solanum habrochaites* trichomes. Plant Mol. Biol., 77, 323-336, 2011.

SILVA, Y. S. et al. Seletividade de extratos naturais a pragas, inimigos naturais, parasitoides e predadores em sistema de produção agroecológico vegetal. In: II Congresso Paraibano de Agroecologia & IV Exposição Tecnológica, 2019. Anais... Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 9, n.7, e-7086, 2019.

BOULOGNE, I.; PETIT, P.; OZIER-LAFONTAINE, H.; DESFONTAINES, L.; LORANGER-MERCIRIS, G. Insecticidal and antifungal chemicals produced by plants: a review. *Environ. Chem. Lett.*, 10, 325-347, 2012.

CHAIIEB, I. Saponins as Insecticides: a Review. *Tunisian J. Plant Prot.*, 5, 39-50, 2010.

CHARIANDY, C. M.; SEAFORTH, C. E.; PHELPS, R. H.; POLLARD, G. V.; KHAMBAY, B. P. Screening of medicinal plants from Trinidad and Tobago for antimicrobial and insecticidal properties. *J. Ethnopharmacol.*, 64, 265-270, 1999.

CROTEAU, R. B.; DAVIS, E. M.; RINGER, K. L.; WILDUNG, M. R. 2-Menthol biosynthesis and molecular genetics. *Naturwissenschaften*, 92, 562-577, 2005.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; ALÉCIO M. R.; LIMA M. S. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum*, *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. *Ciência Agrot.*, 31, 113-120, 2007.

FENG, R.; ISMAN, M. B. Selection for resistance to azadirachtin in the green peach aphid *Myzuz persicae*. *Experientia, Olivet*, v.51, p.851-833, 1995.

GHOSH, A.; CHOWDHURY, N.; CHANDRA, G. Plant extracts as potential mosquito larvicides. *Indian J. Med. Res.*, 135, 581-598, 2012.

HILL, D. The economic importance of insects. London: Chapman & Hall, 1996. 395p.

IJIMA, Y.; GANG, D. R.; FRIDMAN, E.; LEWINSOHN, E.; PICHERSKY, E. Characterization of geraniol synthase from the peltate glands of sweet basil. *Plant Physiol.*, 134, 370-379, 2004.

ISMAN, M. B. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.*, 19, 603- 608, 2000.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev. Entomol.*, 51, 45-66, 2006.

ISMAN, M. B.; MIRESMALLI, S.; MACHIAL, C. Commercial opportunities for pesticides based on plant essential oils in agriculture, industry and consumer products. *Phytochem. Rev.*, 10, 197-204, 2011.

KEBEDE, Y.; GEBRE-MICHAEL, T.; BALKEW, M. Laboratory and field evaluation of nem (*Azadirachta indica* A. Juss) and Chinaberry (*Melia azedarach* L.) oils as repellents against *Phlebotomus orientalis* and *P. bergeroti* (Diptera: Psychodidae) in Ethiopia. *Acta Tropica*, 113, 145-150, 2010.

LENARDIS, A. E.; MORVILLO, C. M.; GIL, A.; FUENTE, E. B. Arthropod communities related to different mixtures of oil (*Glycine max* L. Merr.) and essential oil (*Artemisia annua* L.) crops. *Ind. Crop. Prod.*, 34, 1340-1347, 2011.

MAES, L.; VAN NIEUWERBURGH, F. C.; ZHANG, Y.; REED, D. W.; POLLIER, J.; VANDE CASTEELE, S. R.; INZE, D.; COVELLO, P. S.; DEFORCE, D. L.; GOOSSENS, A. Dissection of the phytohormonal regulation of trichome formation and biosynthesis of the antimalarial compound artemisinin in *Artemisia annua* plants. *New Phytol.*, 189, 176-189, 2011.

MAIA, M. F. & MOORE, S. J. Plant-based insect repellents: a review of their efficacy, development and testing. *Malaria J.*, 10 (Suppl 1):S11, 2011.

OLIVEIRA, M. S. S.; ROEL, A. R.; ARRUDA, E. J.; MARQUES A. S. Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciênc. Agrot.*, 31, 326-331, 2007.

OLSSON, M. E.; OLOFSSON, L. M.; LINDAHL, A. L.; LUNDGREN, A.; BRODELIUS, M.; BRODELIUS, P. E. Localization of enzymes of artemisinin biosynthesis to the apical cells of glandular secretory trichomes of *Artemisia annua* L. *Phytochemistry*, 70, 1123-1128, 2009.

PAVELA, R. Possibilities of botanical insecticide exploitation in plant protection. *Pest Tech.*, 1, 47-52, 2007.

SILVA, Y. S. et al. Seletividade de extratos naturais a pragas, inimigos naturais, parasitoides e predadores em sistema de produção agroecológico vegetal. In: II Congresso Paraibano de Agroecologia & IV Exposição Tecnológica, 2019. Anais... Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 9, n.7, e-7086, 2019.

PAVELA, R. Larvicidal effects of various Euro-Asiatic plants against *Culex quinquefasciatus* Say larvae (Diptera: Culicidae). *Parasitol. Res.*, 102, 555-559, 2008.

PAVELA, R. Larvicidal effects of some Euro-Asiatic plants against *Culex quinquefasciatus* Say larvae (Diptera: Culicidae). *Parasitol. Res.*, 105, 887-892, 2009.

PAVELA, R. Insecticidal and repellent activity of selected essential oils against of the pollen beetle, *Meligethes aeneus* (Fabricius) adults. *Ind. Crop. Prod.*, 34, 888-892, 2011.

PAVELA, R.; SAJFRTOVA, M.; SOVOVA, H.; BARNET, M.; KARBAN, J. The insecticidal activity of *Tanacetum parthenium* (L.) Schultz Bip. extracts obtained by supercritical fluid extraction and hydrodistillation. *Ind. Crop. Prod.*, 31, 449-454, 2010.

PAVELA, R.; VRCHOTOVÁ, N.; TRÍSKA, J. Mosquitocidal activities of thyme oils (*Thymus vulgaris* L.) against *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Parasitol. Res.*, 105, 1365-1370, 2009.

PHILLIPS, T. W. & THRONE J. E. Biorational Approaches to Managing Stored-Product Insects. *An. Rev. Entomol.*, 55, 375-397, 2010.

RUBIOLO, P.; GORBINI, B.; LIBERTO, S. E.; CORDERO C.; BICCHI, C. Essential oils and volatiles: sample preparation and analysis. A review. *Flavour. Frag. J.*, 25, 282-290, 2010.

SAS Institute. User`s guide: statistics. SAS Institute Cary, NC, USA. SATTI, A. A.; ELLAITHY, M. E.; MOHAMED, A. E. 2010. Insecticidal activities of nem (*Azadirachta indica* A. Juss) seeds under laboratory and field conditions as affected by different storage durations. *Agric. Biol. J. N. Am.*, 1, 1001-1008, 2007.

SCHILMILLER, A. L.; LAST, R. L.; PICHERSKY, E. Harnessing plant trichome biochemistry for the production of useful compounds. *Plant J.*, 54, 702-711, 2008.

SCHMIDT, A.; LI, C.; JONES, A. D.; PICHERSKY, E. Characterization of a flavonol 3-O-methyltransferase in the trichomes of the wild tomato species *Solanum habrochaites*. *Planta*, 236, 839-849, 2012.

SCHMIDT, A.; LI, C.; SHI, F.; JONES, A. D.; PICHERSKY, E. Polymethylated myricetin in trichomes of the wild tomato species *Solanum habrochaites* and characterization of trichome specific 3'/5'- and 7/4'-myricetin O-methyltransferases. *Plant Physiol.*, 155, 1999-2009, 2011.

VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: Uma alternativa para o controle químico de insetos. *Quím. Nova*, 26, 390-400, 2003.

WANG, G.; TIAN, L.; AZIZ, N.; BROUN, P.; DAI, X.; HE, J.; KING, A.; ZHAO, P. X.; DIXON, R. A. Terpene biosynthesis in glandular trichomes of hop. *Plant Physiol.*, 148, 1254-1266, 2008.

YEGEN, O.; UNLU, A.; BERGER, B. M. Einsatz und Nebenwirkungen auf bodenmikrobielle Aktivitäten des ätherischen Ols aus *Thymbra spicata* bei der Bekämpfung der Wurzelhalskrankheit an Paprika *Phytophthora capsici*. *Z. Pflanzen. Pflanzensch.* 105, 602-610, 1998.

ZOUBIRI, S. & BAALIOUAMER, A. Chemical composition and insecticidal properties of some aromatic herbs essential oils from. Algeria. *Food Chem.*, 129, 179-182. 2011.

ZUCCHI, R.A. et al. Guia de identificação de pragas agrícolas. São Paulo: FEALQ, 1993. 139p.

AGRADECIMENTOS

Apoio financeiro: Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba - FAPESQ.