

Atividade inseticida de extratos botânicos sobre a Broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Effects of insecticides from botanic extracts on Hypothenemus hampei (Ferrari) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Wanne Patrício Soares¹, José Nilton Medeiros Costa², José Roberto Vieira Júnior³, Henrique Nery Cipriani⁴,
Jéssica Gonçalves de Souza⁵, Cléberson de Freitas Fernandes⁶

RESUMO: A cultura do café está sujeita ao ataque de pragas que podem afetar o desenvolvimento e a produção das plantas, sendo relevantes alternativas de controle de insetos que diminuam os efeitos adversos de inseticidas como o emprego de plantas e uso de seus componentes químicos com ação inseticida. Este trabalho visou avaliar o uso de extratos botânicos de *Piper carniconnectivum*, *Piper permucronatum*, *Piper tuberculatum*, *Piper umbellatum*, *Cecropia* sp., *Cymbopogon citratus*, *Eucalyptus citriodora*, *Vismia guianensis* no controle da broca-do-café. O trabalho foi conduzido nos Laboratórios de Entomologia e de Fitopatologia da Embrapa Rondônia. Para os experimentos, extratos obtidos a partir de folhas secas e frescas foram utilizados e testados seu potencial inseticida, assim como a efetividade das vias de aplicação (uso tópico, superfície contaminada e pulverização dirigida). O extrato hidroalcoólico (seco) da folha de *Piper tuberculatum* apresentou 90% de mortalidade e o de *Piper umbellatum* 65% de mortalidade. Das espécies, cujos extratos botânicos frescos foram avaliados, *Vismia guianensis* e *Piper tuberculatum* apresentaram efeito de mortalidade de 80% e 50%, respectivamente. A caracterização qualitativa dos extratos de *Vismia guianensis*, *Piper umbellatum* e *Piper tuberculatum* demonstraram a presença de componentes químicos como saponinas, compostos fenólicos, flavonoides e taninos. Os extratos mostraram-se como uma possibilidade em potencial de estratégia de manejo da broca por apresentar menos riscos ao meio ambiente e à saúde humana. Assim se torna relevante a continuidade dos estudos para a inserção segura dos produtos botânicos no mercado.

Palavras-chave: Controle alternativo. Metabólitos secundários. Potencial inseticida.

ABSTRACT: Coffee-shrub production is prone to plagues that affect plants' development and development. Alternative methods for insect control that lessen the adverse effects of insecticides are relevant, such as plants and the use of their chemical components with insecticide activities. Current research, conducted at the Laboratory of Entomology and Phytopathology of Embrapa Rondonia, evaluates the use of botanic extracts of *Piper carniconnectivum*, *Piper permucronatum*, *Piper tuberculatum*, *Piper umbellatum*, *Cecropia* sp., *Cymbopogon citratus*, *Eucalyptus citriodora*, and *Vismia guianensis* to control the coffee borer beetle. Extracts were obtained from dry and fresh leaves and their insecticide potential and effectiveness of application methods (topic, contaminated surface and controlled spraying) tested. Hydro-alcohol extract (dry) of the leaves of *Piper tuberculatum* had a 90% mortality, whilst *Piper umbellatum* had a 65% mortality. Among the botanic fresh extracts of the species evaluated, *Vismia guianensis* and *Piper tuberculatum* had a 80% and 50% mortality, respectively. Qualitative characterization of extracts of *Vismia guianensis*, *Piper umbellatum* and *Piper tuberculatum* revealed chemical components, such as saponins, phenolic compounds, flavonoids and tannins. Extracts proved to be a possible management strategy for the borer due to reduced risks to the environment and human health. Further studies should be done for the safe insertion of botanic products in the market.

Keywords: Alternative control. Secondary metabolites. Potential insecticide.

Autor correspondente:Wanne Patrício Soares: wanneps@gmail.com

Recebido em: 30/12/2019

Aceito em: 17/11/2020

¹ Universidade Federal de Rondônia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PGCA), Rolim de Moura (RO), Brasil.

² Doutor em Entomologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Pesquisador na área de entomologia da Embrapa Rondônia, Porto Velho (RO), Brasil.

³ Doutor em Agronomia (Fitopatologia) pela Universidade Federal de Viçosa. Pesquisador na área de fitopatologia da Embrapa Rondônia, Porto Velho (RO), Brasil.

⁴ Pesquisador B na Embrapa Rondônia. Secretário-executivo do Comitê Técnico Interno (CTI) da unidade. Porto Velho (RO), Brasil.

⁵ Graduada em Agronomia pelas Faculdades Integradas Aparício Carvalho e discente de Iniciação Científica no Laboratório de Entomologia da Embrapa Rondônia, Porto Velho (RO), Brasil.

⁶ Doutor em Bioquímica pela Universidade Federal do Ceará e pelo Institute of Phytopathology and Applied Zoology, Giessen, Alemanha, dentro do Programa DAAD/CAPES/CNPq. Pesquisador A da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza (CE), Brasil.

INTRODUÇÃO

A cultura do cafeeiro (*Coffea* spp.) apresenta grande importância econômica e social no Brasil. Um dos principais fatores limitantes da produção de café é o ataque de insetos-praga como a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1876) (Coleoptera: Curculionidae). Esses ataques levam a danos quantitativos e qualitativos, causando prejuízos econômicos à cultura e afetam os produtores (COSTA; TEIXEIRA; TREVISAN, 2016).

Desde a proibição do endossulfan, principal ingrediente ativo para o controle da broca, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em julho de 2014, o controle da praga passou a basear-se no uso de outros ingredientes ativos disponíveis no mercado brasileiro. No entanto, o uso indiscriminado de inseticidas sintéticos vem ocasionando diversos problemas de saúde humana, contaminações ao meio ambiente, e podem ocasionar problemas como ressurgência e aparecimento de novas pragas, surto de pragas secundárias, morte de abelhas e outros insetos polinizadores, derivando desses resíduos, resíduos em alimentos e resistência de pragas a inseticidas (CELESTINO *et al.*, 2015).

Com o surgimento de pragas resistentes, que exigem a utilização de altas concentrações de dosagens de inseticidas, bem como aplicações mais frequentes, o uso de substâncias vegetais está sendo empregado como alternativa de controle de insetos que diminuem os efeitos adversos de inseticidas sintéticos (CELESTINO *et al.*, 2016).

As plantas possuem em seus componentes químicos os metabólitos primários, que estão em todas as células e são relevantes para o seu desenvolvimento. Além disso, produzem os metabólitos secundários para protegerem-nas de ataques de organismos, sendo essas defesas químicas contra insetos, com ação toxicológica ou repelente (TRINDADE *et al.*, 2012; CELESTINO *et al.*, 2016).

Diversos estudos demonstraram o efeito positivo de extratos botânicos quanto ao controle de diversas pragas e doenças de plantas (RAMALLO, 2011; PANG *et al.*, 2012; OLIVEIRA, 2014). Os inseticidas botânicos, por apresentarem menor risco à saúde humana e ao ambiente, são uma alternativa ao uso de agroquímicos sintéticos e estratégia no manejo de insetos-pragas (REGNAULT-ROGER; VINCENT; ARNASON, 2012).

Dessa maneira, o presente trabalho teve como objetivo investigar o uso de extratos botânicos em diferentes formas de aplicação no manejo alternativo da broca-do-café, *H. hampei*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O trabalho foi conduzido na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia - EMBRAPA, Porto Velho, Rondônia. Os experimentos foram realizados nos Laboratórios de Entomologia e de Fitopatologia.

2.2 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

As coletas foram realizadas no Campo Experimental e na Casa de Vegetação da Embrapa Rondônia, localizada no município de Porto Velho, com autorização do SisGen, sob o código de autorização A7417FF.

As coletas foram realizadas nos meses de julho e outubro de 2018 no início da manhã, no intervalo entre 07h30 e 09h da manhã, sendo coletadas das plantas apenas a parte vegetativa (folha).

As folhas foram acondicionadas separadamente em sacos plásticos devidamente identificados e transportados ao Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Rondônia. Foram coletadas folhas de oito espécies de plantas, sendo elas: *Piper carniconnectivum* C. DC, *Piper permucronatum* Yunker, *Piper tuberculatum* Jacq, *Piper umbellatum* L, *Cecropia* sp. Loefl, *Cymbopogon citratus* DC, *Eucalyptus citriodora* Hook, *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy. Todas as folhas foram depositadas no Herbário do Centro Universitário São Lucas para confirmação taxonômica.

2.3 PREPARO DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO

O teste de tolerância do inseto ao solvente foi realizado e considerada a concentração de 50% do solvente - álcool etílico - e 50% de água mineral estéril para a composição da solução. Sendo assim, foram realizadas extrações do material vegetal seco e fresco para a obtenção dos extratos botânicos com adaptação à metodologia descrita por Ferris e Zheng (1999).

Para a obtenção dos extratos frescos, as folhas foram maceradas com auxílio de almofariz e pistilo até que se tornassem um pó fino. Para o preparo do material vegetal seco, as folhas foram separadas e acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e mantidos em estufa de ventilação forçada por 48 horas sob a temperatura de 65 °C. Após este período, as folhas foram trituradas em liquidificador até obterem a consistência de pó fino e armazenadas em temperatura ambiente, em frascos de vidro.

Em ambos os métodos de extração foram pesados 10 g do material de cada espécie de planta (seco e fresco), e diluídos em 100 mL de solvente que consistiu em 50% de álcool etílico 96 P.A. e 50% de água mineral estéril, sendo considerada a proporção de 1:10.

Também foram preparados extratos diluídos 100% em água mineral estéril. Posteriormente, as soluções foram mantidas sob agitação em Incubadora Shaker Refrigerada a 100 RPM por 24 horas a 25 °C. Após essa etapa, os extratos obtidos foram filtrados em gaze e pano de *nylon* e armazenados em temperatura -20 °C até a realização dos ensaios.

A caracterização qualitativa dos extratos foi realizada por meio de metodologias descritas por Barbosa *et al.* (2004) e Silva e Bizerra (2018) para saponinas, flavonoides, taninos e compostos fenólicos.

2.4 COLETA, MANUTENÇÃO E HIGIENIZAÇÃO DA BROCA-DO-CAFÉ PARA USO NOS EXPERIMENTOS

Os insetos para os bioensaios foram coletados da criação do Laboratório de Entomologia da Embrapa Rondônia. As brocas foram succionadas das gavetas de café da criação com auxílio do compressor e transferidas para potes plásticos e depois submetidas à assepsia com solução de hipoclorito de sódio a 0,5% por 10 minutos. Após essa etapa foram enxaguadas em água destilada estéril (ADE), por um minuto, repetindo a lavagem três vezes.

2.5 PREPARO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Os experimentos foram planejados e executados conforme delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, constando de 12 tratamentos, sendo oito constituídos pelos extratos botânicos,

dois controles positivos (inseticida comercial Klorpan e Klorpan + TWEEN) e dois controles negativos (água destilada estéril e ADE + TWEEN). Cada unidade experimental foi constituída por cinco brocas por placa de Petri. Os extratos botânicos foram testados em três vias de contaminação sobre a broca-do-café, sendo elas: uso tópico, superfície contaminada e pulverização.

O procedimento experimental de uso tópico consistiu em mergulhar as brocas em 10 mL de solução, a qual foram adicionados 2 μ L de Tween 20, durante um minuto. Em seguida foram transferidas para as placas de Petri com papel filtro (umedecida com ADE 0,1 mL). Os insetos foram mantidos em uma câmara climatizada tipo B.O.D. (25 ± 1 °C, 12 horas de fotoperíodo) até o encerramento da avaliação da mortalidade.

O procedimento experimental de superfície contaminada consistiu em aplicar 1 mL de solução sobre os papéis-filtro na placa de Petri e, após aguardar 30 minutos, foram depositadas as brocas desinfetadas. Os insetos também foram mantidos em uma câmara climatizada tipo B.O.D. (25 ± 1 °C, 12 horas de fotoperíodo) até o encerramento da avaliação da mortalidade.

O procedimento experimental para pulverização das frações foi realizado sobre os insetos contidos em tubos de vidros previamente identificados, conforme os tratamentos, com o auxílio de um pulverizador Paasche para micropintura acoplado a um compressor Motomil, submetido a pressão de 25 lb/pol². Em seguida os tubos foram tampados com filme de PVC e, uma hora após a pulverização, as brocas contidas nos tubos foram transferidas para placas de Petri contendo papel filtro umedecido com ADE (0,1 mL). Os insetos foram mantidos em uma câmara climatizada tipo B.O.D. (25 ± 1 °C, 12 horas de fotoperíodo) até o encerramento da avaliação da mortalidade.

As avaliações de mortalidade dos insetos foram realizadas de hora em hora nas primeiras 6 horas, 24 e 48 horas após o início do experimento.

Os dados foram submetidos à ANOVA não paramétrica com os dados transformados pela técnica de transformação de postos alinhados ou *aligned rank transformation* (ART). Para comparações das medianas foi realizado o teste de Mann-Whitney ($p \leq 0,05$) por meio de análises no programa estatístico Minitab®.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante a utilização dos resultados da ANOVA não-paramétrica, por meio das transformações dos postos convencionais, permitiu-se verificar os efeitos das plantas, vias de contaminações e interações.

Os extratos botânicos secos foram significativos ($p \leq 0,05$) para a interação entre espécies de plantas x via de contaminação (Tabela 1) demonstrando efeito de pelo menos uma das vias e indicando a interação entre elas.

Tabela 1. Análise de Variância para comparação entre planta x via conforme ART (48h) (extrato seco).

Fonte	GL	SQ	QM	F	P
Planta	11	1245	113,2	0,12	1,000 ^{NS}
Via	2	1495	747,7	0,80	0,450 ^{NS}
Planta*via	22	144464	6566,5	7,06	0,000*
Erro	108	100434	929,9		
Total	143	247638			

¹ART = aligned rank transformation / transformação de postos alinhados, sendo significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; * para significativo e ^{NS} para não significativo, respectivamente.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os extratos botânicos frescos também foram significativos ($p \leq 0,05$) para a interação plantas x vias de contaminação (Tabela 2) demonstrando efeito de pelo menos uma das vias de aplicação e a interação com os extratos.

Tabela 2. Análise de Variância para comparação entre plantas x vias conforme ART (48h) (extrato fresco)

Fonte	GL	SQ	QM	F	P
Planta	11	9981	907,3	0,78	0,656 ^{NS}
Via	2	2961	1480,4	1,28	0,283 ^{NS}
Planta X Via	22	109525	4978,4	4,30	0,000*
Erro	108	125119	1158,5		
Total	143	247585			

¹ART = aligned rank transformation / transformação de postos alinhados, sendo significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; * para significativo e ^{NS} para não significativo, respectivamente.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados foram alinhados e classificados de acordo com a média do efeito de mortalidade dos extratos botânicos. Dentre as oito espécies avaliadas, o extrato hidroalcoólico (seco) da folha de *Piper tuberculatum* apresentou 90% de mortalidade e o de *Piper umbellatum* 65% de mortalidade, sendo consideradas as espécies mais viáveis e com potencial inseticida para broca-do-café (Tabela 3). Considerando as plantas com maior média de mortalidade, o teste de Mann-Whitney foi realizado e demonstrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Os controles negativos (água e água + tween) não apresentaram mortalidade e o controle químico (Klorpan e Klorpan + tween) apresentou 100% de mortalidade. Dentre as médias de mortalidade com maior efeito, a via de contaminação mais efetiva foi por meio de aplicação tópica da solução no inseto.

Tabela 3. Médias do efeito de mortalidade dos extratos botânicos seco e as diferentes vias de aplicações

(Continua)

Tratamento	Via de Contaminação	Média de 48 Horas % Mortalidade	Desvio Padrão
Klorpan	Pulverizacao	100	0
Klorpan	Superficie	100	0
Klorpan	Topico	100	0
Klorpan + Tween	Pulverizacao	100	0
Klorpan + Tween	Superficie	100	0
Klorpan + Tween	Topico	100	0
<i>Piper tuberculatum</i>	Topico	90	20
<i>Piper umbellatum</i>	Topico	65	10
<i>Cymbopogon citratus</i>	Topico	60	28,28
<i>Piper carniconectivum</i>	Topico	60	0
<i>Piper permucronatum</i>	Topico	60	23,09
<i>Cymbopogon citratus</i>	Pulverizacao	50	34,64
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Pulverizacao	35	19,14
<i>Piper tuberculatum</i>	Pulverizacao	35	47,25
<i>Piper carniconectivum</i>	Pulverizacao	30	11,54

(Conclusão)

Tratamento	Via de Contaminação	Média de 48 Horas % Mortalidade	Desvio Padrão
<i>Vismia guianensis</i>	Pulverizacao	25	10
<i>Vismia guianensis</i>	Topico	25	10
<i>Piper carniconnectivum</i>	Superficie	25	25,16
<i>Cecropia</i> sp.	Topico	20	16,32
<i>Cymbopogon citratus</i>	Superficie	15	19,14
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Topico	15	19,14
<i>Piper umbellatum</i>	Pulverizacao	15	10
<i>Cecropia</i> sp.	Pulverizacao	10	20
<i>Piper permucronatum</i>	Pulverizacao	10	20
<i>Piper permucronatum</i>	Superficie	5	10
<i>Piper tuberculatum</i>	Superficie	5	10
<i>Cecropia</i> sp.	Superficie	0	0
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Superficie	0	0
<i>Vismia guianensis</i>	Superficie	0	0
<i>Piper umbellatum</i>	Superficie	0	0
Água	Pulverizacao	0	0
Água	Superficie	0	0
Água	Topico	0	0
Água + Tween	Pulverizacao	0	0
Água + Tween	Superficie	0	0
Água + Tween	Topico	0	0

Fonte: Dados da pesquisa.

Resultados semelhantes foram encontrados por Castro, Silva e Pádua (2010) ao avaliar em condições de laboratório o potencial inseticida de extratos aquosos de frutos verdes frescos e desidratados de *Piper tuberculatum* sobre a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) verificando por meio da ingestão de folhas de milho, impregnadas com extrato aquoso, um efeito de mortalidade acima de 80%, além da redução do consumo de alimento e o prolongamento da fase larval dos insetos.

Extratos e óleos de piperáceas têm demonstrado efeito inseticida em diversos estudos. Santos *et al.* (2010) apresentaram o potencial da atividade inseticida do extrato acetônico de *Piper hispidum* Kunt sobre *H. hampei* com mortalidade de 90% na aplicação tópica e 95% em superfície contaminada, sugerindo o potencial dessa espécie como alternativa de controle.

Lacerda (2017) realizou a avaliação do potencial inseticida de extratos hexânicos, clorofórmicos, acetato de etila e etanólicos de folha, talo e fruto de *Piper tuberculatum* contra *Stomoxys calcitrans*. Os resultados demonstraram má formação de pupas e o efeito larvicida, além da mortalidade em adultos nos extratos testados, exceto o clorofórmico de talo, demonstrando que a espécie *P. tuberculatum* apresenta potencial inseticida e larvicida sobre *S. calcitrans*.

Em estudo de Sousa *et al.* (2018) observou-se o efeito dos extratos de *Piper* sp. contra os fungos *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfii* e, dentre os extratos testados, o extrato de talo promoveu inibição do crescimento de *R. solani*, enquanto que contra *S. rolfii* foi inferior ao do fungicida químico, ainda assim os extratos de *Piper* sp. apresentaram atividade fungicida.

Quanto aos bioensaios com extratos botânicos frescos, as espécies que apresentaram maior média no efeito de mortalidade foram *Vismia guianensis* (80%) e *Piper tuberculatum* (50%) (Tabela 4). Os controles negativos (água e água + tween) não apresentaram mortalidade e o controle químico (Klorpan e Klorpan + tween) apresentou 100% de mortalidade. Além disso, a via de contaminação uso tópico demonstrou-se a mais efetiva.

Sendo assim, as espécies apresentaram mortalidade aproximada ao resultado obtido pelo controle químico comercial, demonstrando-se uma boa opção para o manejo do inseto-praga.

Tabela 4. Médias do efeito de mortalidade dos extratos botânicos fresco e as diferentes vias de aplicações

(Continua)

Tratamento	Via de Contaminação	Média de 48 Horas % Mortalidade	Desvio Padrão
Klorpan	Pulverizacao	100	0,000
Klorpan	Superfície	100	0,000
Klorpan	Tópico	100	0,000
Klorpan + Tween	Pulverizacao	100	0,000
Klorpan + Tween	Superfície	100	0,000
Klorpan + Tween	Tópico	100	0,000
<i>Vismia guianensis</i>	Tópico	80	28,28
<i>Piper tuberculatum</i>	Tópico	50	25,81
<i>Cymbopogon citratus</i>	Tópico	35	25,16
<i>Piper permucronatum</i>	Tópico	35	19,14
<i>Piper carniconectivum</i>	Superfície	30	11,54
<i>Piper umbellatum</i>	Tópico	30	20,00
<i>Cecropia</i> sp.	Pulverizacao	25	19,14
<i>Piper permucronatum</i>	Superfície	25	37,85
<i>Cecropia</i> sp.	Tópico	15	10,00
<i>Piper tuberculatum</i>	Pulverizacao	15	19,14
<i>Piper umbellatum</i>	Pulverizacao	15	19,14
<i>Piper umbellatum</i>	Superfície	15	19,14
<i>Piper carniconectivum</i>	Tópico	10	11,54
<i>Piper tuberculatum</i>	Superfície	10	20,00
<i>Cymbopogon citratus</i>	Superfície	5	10,00
<i>Cecropia</i> sp.	Superfície	5	10,00
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Superfície	5	10,00
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Tópico	5	10,00
<i>Vismia guianensis</i>	Pulverizacao	5	10,00
<i>Piper permucronatum</i>	Pulverizacao	5	10,00
<i>Cymbopogon citratus</i>	Pulverizacao	0	0,000
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Pulverizacao	0	0,000

			(Conclusão)
Tratamento	Via de Contaminação	Média de 48 Horas % Mortalidade	Desvio Padrão
<i>Vismia guianensis</i>	Superfície	0	0,000
<i>Piper carniconnectivum</i>	Pulverizacao	0	0,000
Água	Pulverizacao	0	0,000
Água	Superfície	0	0,000
Água	Topico	0	0,000
Água + Tween	Pulverizacao	0	0,000
Água + Tween	Superfície	0	0,000
Água + Tween	Topico	0	0,000

Fonte: Dados da pesquisa.

Considerando as plantas com maior média de mortalidade, o teste de Mann-Whitney foi utilizado para verificar se a mediana do tratamento de maior mortalidade difere do tratamento que apresenta menor mortalidade. As espécies com mortalidade acima de 50% foram consideradas e organizadas por tipo de extrato.

O teste demonstrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos, demonstrando que as espécies *Piper tuberculatum*, *Piper umbellatum* e *Vismia guianensis* possuem potencial para atividade inseticida sobre a broca-do-café.

Com base nisso, os resultados da atividade inseticida entre os extratos frescos e secos da espécie *Vismia guianensis*, na qual a mortalidade foi maior nos extratos frescos, podem estar relacionados a fatores ambientais que interferem nos teores e composição dos constituintes químicos das plantas, como a sazonalidade, os efeitos do ambiente como horário da coleta, as condições estruturais da planta, os efeitos externos sobre o metabolismo do vegetal, pois as alterações do local podem afetar a homeostase metabólica das plantas (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Os resultados obtidos por Silvestre *et al.* (2012) identificaram o potencial de produtos naturais, avaliando o óleo essencial de *Vismia guianensis* quanto aos seus constituintes químicos e atividade antimicrobiana e antioxidante, demonstrando nas análises a presença de 38 terpenos e também atividade microbiana contra seis espécies de bactérias Gram-positivas, como a *Staphylococcus lentus*.

Apesar do conhecimento quanto ao potencial inseticida das espécies *P. tuberculatum*, *P. umbellatum* e *V. guianensis*, se fazem necessários estudos para desenvolver uma metodologia que facilite a aplicação tópica nos cafezais, facilitando atingir a broca por ocasião da chegada ao fruto e durante o início do processo de broqueamento dos frutos, tal como desenvolver estudos de semi-campo visando compreender a dose a ser empregada, o intervalo entre aplicações e o modo de ação desses extratos, bem como os efeitos desses extratos aos organismos não alvo.

Para a inserção segura dos produtos botânicos no mercado, um aprofundamento quanto aos compostos bioativos se torna relevante, contribuindo para compreender seu mecanismo de ação sobre os insetos.

Diante disso, os resultados da caracterização qualitativa dos extratos que apresentaram atividade inseticida demonstraram a presença de componentes químicos como saponinas, compostos fenólicos, flavonoides e taninos (Quadro 1).

Quadro 1. Caracterização qualitativa dos extratos botânicos

Extrato/Planta	Saponinas	Taninos hidrolisáveis	Taninos condensados	Flavonoides	Compostos fenólicos
<i>Piper tuberculatum</i>	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM
<i>Piper umbellatum</i>	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
<i>Vismia guianensis</i>	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM

Fonte: Dados da pesquisa.

Os extratos de *Piper tuberculatum*, *Piper umbellatum* e *Vismia guianensis* foram positivos para a presença de saponinas, as saponinas são glicosídeos do metabolismo secundário vegetal, sendo substâncias responsáveis pela defesa de plantas contra insetos e microrganismos (RAVEN; EVERT; CURTIS, 2001).

Os extratos também foram positivos para a presença de compostos fenólicos, flavonoides e taninos. Os compostos fenólicos e os classificados em flavonoides, isoflavonoides e taninos auxiliam as plantas na atração de polinizadores, mas, também são responsáveis pelo sabor, odor e coloração, e atuam na proteção das plantas contra os raios UV, insetos, fungos, vírus, bactérias e outras plantas competidoras (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005).

Face o exposto, o estudo de Lima *et al.* (2018) obteve resultados na análise fitoquímica qualitativa da folha de *P. tuberculatum*, encontrando grupos químicos como alcaloides, glicosídeos, cumarinas, flavonoides e triterpenos.

Diante da atuação dos inseticidas químicos comerciais sobre os organismos dos insetos, por meio do bloqueio de processo fisiológico (geralmente sistema nervoso ou atuação no crescimento) ou bioquímico (inibidores da enzima acetilcolinesterase, receptores de acetilcolina e/ou GABA), se faz necessário uma melhor compreensão do mecanismo de ação dos extratos botânicos, bem como a continuidade na caracterização química e o teste de outros solventes polares e apolares para a extração e obtenção de componentes químicos diversos, explorando também os extratos oriundos de outras partes das plantas (talo e inflorescência).

Contudo, de acordo com os resultados do presente estudo, os extratos apresentam-se como uma possibilidade em potencial para manejo da broca-do-café por apresentar efeito inseticida, baixo custo e menor risco ao meio ambiente e à saúde humana.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies *P. tuberculatum*, *P. umbellatum* e *V. guianensis* apresentaram efeito inseticida sobre a broca-do-café.

O extrato seco de *P. tuberculatum* e o extrato fresco de *V. guianensis* apresentaram as maiores taxas de mortalidade sobre a broca-do-café de 90% e 80% respectivamente

A via de contaminação mais efetiva para aplicação dos extratos botânicos foi a aplicação de uso tópico, sendo necessário estudo para facilitar a aplicação em campo, visando que o extrato atinja a broca de forma tópica.

Os extratos demonstraram-se positivos para os componentes químicos saponinas, taninos, flavonoides e compostos fenólicos, sendo necessária a continuidade dessa caracterização fitoquímica.

5 AGRADECIMENTOS

Este estudo foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) através do projeto para CFF - Número do subsídio 485047/2013-6, Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Fundação Rondônia de Amparo ao Desenvolvimento das Ações Científicas e Tecnológicas e de Pesquisa do Estado de Rondônia (FAPERO), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Agradecemos a Domingos Sávio G. Silva (*in memoriam*), Antônio M. Marques, Francisco Marreiros S. Filho e Celso Ricardo B. Gonçalves pela assistência técnica. Agradecemos Tamiris Chaves Freire, Aline Souza Fonseca, Simone Carvalho Sangi e Fábio da Silva Barbieri pelo apoio e contribuição no desenvolvimento do estudo. Os financiadores não tiveram papel em *design* de estudo, coleta e análise de dados, decisão de publicação ou preparação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, W. L.; QUINGNARD, E.; TAVARES, J. C. C.; PINTO, L. N.; OLIVEIRA, F. Q.; OLIVEIRA, R. M. Manual para análise fitoquímica e cromatográfica de extratos botânicos. **Revista Científica da UFPA**, Belém, v. 4, 2004.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. 650p.
- CASTRO, M. J. P.; SILVA, P. H. S.; PÁDUA, L. E. M. Potencial de *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae) no desenvolvimento da lagarta-do-cartucho-do-milho. **Magistra**, v. 22, n. 2, p. 88-95, 2010.
- CELESTINO, F. N.; PRATISSOLI, D.; MACHADO, L. C.; COSTA, A. V.; SANTOS JUNIOR, H. J. G.; ZINGER, F. D. Toxicidade do óleo de mamona à broca-do-café [*Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)]. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 3, p. 329-336, jul./set. 2015.
- CELESTINO, F. N.; PRATISSOLI, D.; MACHADO, L. C.; SANTOS, H. J. G.; MARDGAN, L.; RIBEIRO, L. V. Adaptação de técnicas de criação da broca-do-café (*Hypothenemus hampei* (Ferrari)). **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 161-168, abr./jun. 2016.
- CELESTINO, C. O.; VARÃO, C. A. R.; VELUDO, H. H.; BRAGA, A. G. S.; LIMA, R. A. Ação inseticida do extrato de *Piper tuberculatum* (Jacq.). **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 3, n. 2, 2016.
- COSTA, J. N. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; TREVISAN, O. Café. In: SILVA, N. M. S.; ADAIME, R.; ZUCCHI, R. A. (org.). **Pragas agrícolas e florestais na Amazônia**. Brasília: Embrapa, 2016. p. 292-321.
- FERRIS, H.; ZHENG, L. Plant sourcers of Chinese herbal remedies: effects on *Pratylenchus vulnus* and *Meloidogyne javanica*. **Journal of Nematology**, v. 31, p. 241-263, 1999.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.
- LACERDA, C. L. **Avaliação do potencial inseticida de extratos de *Piper tuberculatum* contra a mosca-dos-estábulo *Stomoxys calcitrans***. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, 2017.

LIMA, R. A.; BARROS, A. C. V.; ALMEIDA, K. P. C.; PANTOJA, T. M. A. Prospecção fitoquímica do extrato vegetal de *Piper tuberculatum* JACQ. (Piperaceae) e seu potencial antimicrobiano. **C&D Revista Eletrônica de FAINOR**, Vitória da Conquista, v. 11, n. 2, p. 316-334, 2018.

OLIVEIRA, P. D. L. **Aplicação combinada de quitosana e óleo essencial de *Mentha piperita* L. no controle de fungos patógenos pós-colheita**. 2014. 52f. Monografia (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

PANG, Y-P.; BRIMIJOIN, S.; RAGSDALE, D. W.; ZHU, K. Y.; SURANYI, R. Novel and viable acetylcholinesterase target site for developing effective and environmentally safe insecticides. **Current Drug Targets**, n. 4, abr. 2012.

RAMALLO, I. A.; SALAZAR, M. O.; MENDEZ, L.; FURLAN, R. L. E. Chemically engineered extracts: source of bioactive compounds. **Accounts of Chemical Research**, n. 4, fev. 2011.

RAVEN, F. H.; EVERT, R. T.; CURTIS, H. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2001. 906p.

REGNAULT-ROGER, C.; VINCENT, C.; ARNASON, J. T. Essential oils in insect control: Lowrisk products in a high-stakes world. **Annual Review of Entomology**, v. 57, p. 405-424, 2012.

SANTOS, M. R. A.; LIMA, R. A.; SILVA, A. G.; TEIXEIRA, C. A. D.; LIMA, D. K. S.; POLLI, A. R.; FACUNDO, V. A. Atividade inseticida do extrato de raiz de *Piper hispidum* H.B.K. (Piperaceae) sobre *Hypothenemus hampei* (Ferrari). **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 4, n. 3, p. 335-340, 2010.

SILVA, F. A.; BIZERRA, A. M. C.; FERNANDES, P. R. D. Testes fotoquímicos em extratos orgânicos de *Bixa orellana* L (urucum). **Holos**, v. 2, 2018.

SILVESTRE, R. G.; MORAES, M. M.; LINS, A. C. S.; RALPH, M. T.; CAMARA, C. A.; SILVA, T. M. S. Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of the essential oil from *Vismia guianensis* fruits. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 41, p. 9888-9893, 2012.

SOUSA, I.; FERNANDES, C. F.; VIEIRA JUNIOR, J. R.; SILVA, D.; MENDES, T. L. O.; FREIRE, T. C.; FONSECA, A. S.; SANGI, S. C. Atividade fungitóxica de extratos de *Piper* sp. contra os fungos *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 3, p. 50-56, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.003.0005>.

TRINDADE, F. T. T.; STABELI, R. G.; FACUNDO, V. A.; CARDOSO, C. T.; SILVA, M. A.; GIL, L. H. S.; JARDIM, J. S.; SILVA, A. A. Evaluation of larvicidal activity of the methanolic extracts of the *Piper alatabacum* branches and *Piper tuberculatum* leaves and compounds isolated against *Anopheles darlingi*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 22, n. 5, p. 979-984, 2012.