

Óleos Essenciais com Atividade Acaricida para Controle de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* no Brasil

Essential Oils with Acaricida Activity to Control *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in Brazil

Gracieli Gomes Nonato Bressanin^{*a}; Andréia Lima Tomé Melo^b; Wendell Marcelo de Souza Perinotto^c

^aUniversidade de Cuiabá. MT, Brasil.

^bUniversidade de Cuiabá, Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Biociência Animal. MT, Brasil.

^cUniversidade Federal do Recôncavo da Bahia. BA, Brasil.

*E-mail: gracieli@bressanin.com.br

Resumo

No Brasil, a principal espécie de carrapato que compromete a produtividade na criação de bovinos é o ectoparasito hematófago *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, com perdas econômicas estimadas em aproximadamente 3,24 bilhões de dólares anuais. Tais prejuízos originam-se da perda de sangue do animal, da queda da produtividade, transmissão de agentes infecciosos, baixa eficácia de diversos de produtos carrapaticidas disponíveis no mercado devido ao fenômeno de resistência, entre outros. Este carrapato é vetor dos agentes patogênicos causadores de enfermidades que configura o complexo da tristeza parasitária bovina (TPB). Geralmente, o controle desse parasito ocorre através de acaricidas químicos convencionais. Todavia, o uso indiscriminado desses produtos tem acelerado no processo de seleção de carrapatos resistentes às bases químicas disponíveis. Além disso, existe uma inquietude progressiva relacionada à segurança do meio ambiente e às saúdes humana e animal. Portanto, na busca de novas possibilidades de controle de carrapatos, o emprego de produtos fitoterápicos e biológicos mostra-se como alternativo promissor para o controle. Investigações com plantas para identificar novos princípios ativos capazes de controlar os carrapatos têm sido o foco de extensa pesquisa. Neste estudo, revisou-se o conhecimento atual disponível sobre óleos essenciais (OEs) testados no Brasil como acaricidas sobre *R. microplus*. Além disso, analisou-se a eficácia de compostos puros isolados dos OEs com potencial atividade acaricida, incluindo as implicações inerentes à aplicação dos OEs como ativos presentes em formulações que poderiam estar disponíveis no mercado. Contudo, considerou-se também a possibilidade de associações dos OEs a agentes utilizados no controle biológico.

Palavras-chave: Carrapato dos Bovinos. Controle. Óleo Essencial.

Abstract

In Brazil, the main species of tick that compromises productivity in cattle breeding is the hematophagous ectoparasite *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, with economic losses estimated at approximately 3.24 billion dollars annually. Such losses originate from the blood loss of the animal, from the fall in productivity, transmission of infectious agents, low efficiency of several of the tick products available on the market due to the phenomenon of resistance, among others. This tick is a vector of pathogenic agents that cause diseases that make up the tick-borne diseases complex. Generally, the control of this parasite occurs through conventional chemical acaricides. However, the indiscriminate use of these products has accelerated the process of selecting ticks resistant to the available chemical bases. In addition, there is a progressive concern regarding the safety of the environment and human and animal health. Therefore, in the search for new possibilities for the control of ticks, the use of herbal and biological products is promising alternatives for control. Investigations with plants to identify new active ingredients capable of controlling ticks have been the focus of extensive research. In this study, the current available knowledge about essential oils (EOs) tested in Brazil as acaricides on *R. microplus* was reviewed. In addition, the effectiveness of pure compounds isolated from EOs with potential acaricidal activity was analyzed, including the implications inherent to the application of EOs as active ingredients in formulations that could be available on the market. However, the possibility of associating EOs with agents used in biological control was also considered.

Keywords: Cattle tick. Control. Essential Oil.

1 Introdução

No Brasil, um dos mais importantes integrantes do mercado de carne mundial, a principal espécie de carrapato que compromete a produtividade na criação de bovinos é o ectoparasito hematófago *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Estima-se que as perdas econômicas ocasionadas por este ixodídeo no Brasil ultrapassem três bilhões de dólares anuais (GRISI *et al.*, 2014). Tais prejuízos originam-se da perda de sangue do animal, da queda da produtividade, do estresse ocasionado ao hospedeiro pelo parasitismo, transmissão de agentes infecciosos, baixa eficácia de diversos de produtos carrapaticidas disponíveis no mercado devido ao

fenômeno de resistência, entre outros (GRISI *et al.*, 2002; FURLONG *et al.*, 2004; CAMPOS *et al.*, 2012).

Este carrapato é vetor de agentes patogênicos causadores de doenças importantes na bovinocultura, entre elas, incluem-se principalmente a babesiose bovina, causada por protozoários intra-eritrocitários das espécies *Babesia bigemina* e *B. bovis*, e a anaplasmose, transmitida por bactérias como *Anaplasma marginale* e *A. centrale*. Estas enfermidades configuram o complexo da tristeza parasitária bovina (TPB) (GONÇALVES, 2000; ALMEIDA *et al.*, 2006).

Geralmente, o controle da infestação por carrapatos ocorre através do uso de produtos químicos convencionais, com

emprego por contato direto ou por uso sistêmico (FURLONG *et al.*, 2007). O uso indiscriminado de acaricidas químicos acelerou o mecanismo de seleção de populações de carrapatos resistentes a quase todas as bases químicas disponíveis no mercado (KLAFKE *et al.*, 2017). Cada vez que os carrapatos sobrevivem à aplicação de determinado produto acaricida, tais indivíduos transmitem informações genéticas de resistência a este produto para as gerações posteriores, provocando o rápido desenvolvimento da resistência ao princípio ativo em questão (FURLONG *et al.*, 2004; FURLONG *et al.*, 2007).

Somando-se aos problemas relacionados com a resistência, há uma inquietude progressiva por parte de pesquisadores e órgãos governamentais, que incluem a segurança do meio ambiente, a saúde humana, o aumento dos custos relacionados a produtos químicos e morte de organismos não alvos. Portanto, na busca de novas possibilidades de controle de carrapatos que permitam a manutenção do equilíbrio ambiental e a atenuação dos efeitos negativos causados pelo processo produtivo, o emprego do controle fitoterápico e biológico mostram-se como alternativas promissoras. Investigações com insumos de derivados vegetais, como óleos essenciais, com o propósito de identificar novos princípios ativos capazes de controlar os carrapatos têm sido o foco de extensa pesquisa (CHAGAS *et al.*, 2016; PAZINATO *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2020). Já foram relacionadas mais de cinquenta plantas utilizadas como fitoterápicos contra carrapatos em ensaios com efeito de mortalidade acima de 50% (ANDREOTTI; GARCIA; KOLLER, 2019).

Neste estudo, revisou-se o conhecimento atual disponível sobre óleos essenciais (OEs) testados no Brasil como acaricidas contra a espécie de carrapato *R. microplus*, de imensa importância econômica. Além disso, analisou-se a eficácia de compostos puros isolados dos OEs com potencial atividade acaricida, incluindo as implicações inerentes à aplicação dos OEs como ativos presentes em formulações que poderiam estar disponíveis no mercado.

2 Desenvolvimento

2.1 Critérios para seleção da literatura

Ao observar a não uniformidade das metodologias utilizadas pelos autores nos ensaios realizados, constatou-se a necessidade de estabelecer critérios de seleção para os estudos adequados contidos nesta revisão. Foram selecionados artigos sobre óleos essenciais que apresentaram resultados expressivos no controle de carrapatos, listados na “Science Direct” e no “Pubmed”, no período de 2008 até o primeiro semestre de 2020. De 85 artigos encontrados na pesquisa, foram selecionados 28 artigos para este trabalho, na qual utilizou-se como palavras-chaves “essential oil”, “*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*” e “Brazil”. Foram considerados itens de pesquisa que atendessem a pelo menos um dos seguintes critérios: valor de CL_{50} estimado na avaliação da atividade acaricida do OE, eficácia do ensaio (%), teste de imersão de

carrapatos adultos, teste de imersão larval e teste de pacote larval. Foram desconsiderados os estudos realizados com extratos, óleos fixos e testes de repelência.

2.2 Óleos essenciais com atividade acaricida, componentes majoritários e moléculas isoladas

No presente estudo, identificou-se óleos essenciais de plantas que apresentaram efeito acaricida sobre *R. microplus*, considerando as fases larval e adulta do ixodídeo. No total, foram selecionadas 39 espécies de plantas de 15 famílias, que exibiam efeito acaricida em testes *in vitro* em sua grande maioria; apenas um estudo *in vivo* foi identificado. Visto que os autores utilizaram diversas metodologias para testar a atividade acaricida dos OEs contra o carrapato bovino, torna-se demasiadamente difícil a comparação dos resultados alcançados nos ensaios. Porém, observou-se algumas relações gerais nos resultados publicados.

Em primeiro lugar, vale ressaltar que a composição química da grande maioria dos OEs foi analisada por cromatografia gasosa e espectrometria de massa, para a determinação precisa dos componentes majoritários da amostra em questão. Aliado a isso, todos os OEs testados mostraram eficácia acaricida, independentemente da espécie e da fase de desenvolvimento no ciclo de vida do carrapato. Outro ponto importante a ser mencionado é que todas as espécies relacionadas neste estudo apresentaram percentual de eficácia superior a 50%, em pelo menos um dos testes realizados, seja ele contra larvas ou fêmeas ingurgitadas, independentemente da metodologia utilizada em cada caso.

Apesar destas relações gerais observadas, três famílias de plantas aromáticas se destacaram em número de ensaios, Lamiaceae, Poaceae e Verbenaceae. Verbenaceae foi a família botânica que mais apresentou estudos, todos do gênero *Lippia*, com cinco espécies: *L. sidoides* (GOMES *et al.*, 2012; CHAGAS *et al.*, 2016), *L. gracilis* (CRUZ *et al.*, 2013; CHAGAS *et al.*, 2016; COSTA-JÚNIOR *et al.*, 2016), *L. triplinervis* (LAGE *et al.*, 2013), *L. alba* (PEIXOTO *et al.*, 2015) e *L. origanoides* (CHAGAS *et al.*, 2016). Em seguida, a família Lamiaceae exibiu as seguintes espécies: *Tetradenia riparia* (GAZIM *et al.*, 2011), *Mentha arvensis* (CHAGAS *et al.*, 2016), *M. piperita* (CHAGAS *et al.*, 2016), *Hesperozygis myrtoides* (CASTILHO *et al.*, 2017), *Ocimum gratissimum* (LIMA *et al.*, 2017; CASTRO *et al.*, 2018) e *Mesosphaerum suaveolens* (CASTRO *et al.*, 2018). Por fim, foram apontadas as espécies *Cymbopogon martinii* (CHAGAS *et al.*, 2012; PAZINATO *et al.*, 2016), *C. winterianus* (MELLO *et al.*, 2014), *Chrysopogon zizanioides* (CAMPOS *et al.*, 2015), *C. citratus* (PAZINATO *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2020) e *C. nardus* (SILVA *et al.*, 2020), todas pertencentes à família botânica Poaceae.

Diversos OEs das espécies exibidas neste estudo mostraram eficácia significativamente maior, quando em comparação com outros OEs testados, demonstrando 100%

de letalidade contra *R. microplus* em um ou mais dos ensaios realizados (Tabela 1). São elas: *Drimys brasiliensis* (RIBEIRO *et al.*, 2008), *Tetradenia riparia* (GAZIM *et al.*, 2011), *Lippia sidoides* (GOMES *et al.*, 2012), *Tagetes minuta* (GARCIA *et al.*, 2012), *Lippia triplinervis* (LAGE *et al.*, 2013), *Syzygium aromaticum* (MELLO *et al.*, 2014), *Zanthoxylum caribaeum* (NOGUEIRA *et al.*, 2014), *Chrysopogon zizanioides* (CAMPOS *et al.*, 2015), *Curcuma longa* (CHAGAS *et al.*, 2016), *Zingiber officinale* (CHAGAS *et al.*, 2016), *Lippia alba*, *L. gracilis*, *L. origanoides* (CHAGAS *et al.*, 2016), *Cymbopogon martinii* (PAZINATO *et al.*, 2016), *Cedrus atlântica* (PAZINATO *et al.*, 2016), *C. citratus* (PAZINATO *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2020), *Cuminum cyminum* (VILLARREAL *et al.*, 2017), *Hesperozygis myrtooides* (CASTILHO *et al.*, 2017), *Citrus limonum* (VINTURELLE *et al.*, 2017), *Mesosphaerum suaveolens* (CASTRO *et al.*, 2018), *Alpinia zerumbet* (CASTRO *et al.*, 2018), *Croton conduplicatus*, *C. pulegiodoruse* *C. grewoides* (CASTRO *et al.*, 2019).

Dos OEs utilizados, os três principais componentes majoritários identificados em maior concentração na análise quantitativa foram metil chavicol (95,38% e 83,59% em *C. grewoides*), sesquirosefurano (92,2% em *C. grewoides*) e geraniol (81,4% em *C. martinii*), nos respectivos estudos de Castro *et al.* (2019), Figueiredo *et al.* (2017) e Chagas *et al.* (2012). Nestes estudos, os percentuais de letalidade obtidos foram 100% em fêmeas ingurgitadas e 84,5% em larvas, 90% em fêmeas ingurgitadas e 70% em larvas, e 75,81% em fêmeas ingurgitadas, respectivamente.

Tratando-se dos componentes majoritários mais evidenciados nos estudos, timol e carvacrol foram os compostos em destaque, visto que o gênero *Lippia* exibiu pelo menos uma destas substâncias como componente majoritário em maior quantidade no respectivo óleo essencial, excetuando-se apenas a espécie *L. alba* (PEIXOTO *et al.*, 2015; CHAGAS *et al.*, 2016). O componente timol também foi listado como principal composto majoritário nos ensaios com a espécie *Ocimum gratissimum* (Lamiaceae) (LIMA *et al.*, 2017).

Várias análises quantitativas demonstraram *p*-cimeno como um dos compostos majoritários presente em diversos OEs. Nos estudos de Castro *et al.* (2018), *p*-cimeno foi listado como principal componente majoritário (32,72%) para *Alpinia zerumbet* (Zingiberaceae); em 2019, outros estudos realizados com OE de *Croton pulegiodorus* (Euphorbiaceae) pelos mesmos pesquisadores também exibiram *p*-cimeno como principal composto majoritário (23,13%). Em ambos os estudos, os percentuais de letalidade apresentados como resultados foram de 100%, tanto para fêmeas ingurgitadas, quanto para larvas de *R. microplus*.

Um ensaio *in vivo* realizado por Andreotti *et al.* (2013) apontou 99,98% de letalidade para a formulação *pour-on* testada, a qual continha 20% do OE de *Tagetes minuta* (Asteraceae), sendo a dihidrotagetona (54,21%) seu principal

componente. Neste ensaio em estábulo, a redução percentual para alguns dos indicadores biológicos investigados no grupo tratado com *T. minuta* comparado ao grupo controle foi de 98,57% para fêmeas adultas e 94,58% para a fertilidade. Após o 13º dia do tratamento, não houve evidência de carrapatos fixados, sugerindo 100% de eficácia para os estágios larvares.

Precoceno II, um derivado do benzopirano conhecido por sua atividade inseticida, foi o principal componente identificado no OE de *Calea serrata* (RIBEIRO *et al.*, 2011). Neste estudo, também foi analisada a atividade acaricida do precoceno II isolado. Ambas as amostras foram diluídas em solução hidroalcolica. No teste de imersão larval, as concentrações de 20, 10 e 5µL/mL do óleo mataram todas as larvas, apresentando $CL_{50}=0,28\mu\text{L/mL}$. O teste com o composto isolado, nas concentrações de 5 e 10µL/mL apresentou 99,35 e 100% de mortalidade, respectivamente, exibindo $CL_{50} = 1,78 \text{ mg/mL}$. Concluiu-se que o óleo essencial foi mais ativo do que o precoceno II isolado, coma atividade acaricida podendo estar atribuída a uma interação sinérgica dos componentes do OE (RIBEIRO *et al.*, 2011). O precoceno II é composto antagônico à ação do hormônio juvenil de insetos, interferindo na muda destes para a fase adulta. Causa, portanto, a metamorfose prematura em larvas de diversas espécies, levando à formação de adultos estéreis (BOWERS *et al.*, 1976; CASTRO *et al.*, 2004, LIMA *et al.*, 2010).

Chagas *et al.* (2012) avaliaram a eficácia *in vitro* do óleo de semente de *Carapa guianensis*, dos óleos essenciais das plantas *Cymbopogon martinii* e *Cymbopogon schoenanthus*, e também de substâncias sintetizadas a partir do extrato da folha de *Piper tuberculatum*, as amidas piperina e piplartina. Tais substâncias isoladas e sintetizadas não mostraram efeito significativo em larvas e em carrapatos adultos. As amidas atuam como neurotoxinas. Piperina, a amida mais comum presente em espécies do gênero *Piper* (Piperaceae), atua como neurotoxina, afetando as funções do sistema nervoso central, e provoca paralisia, como já foi demonstrado no mosquito *Aedes atropalpus* (SCOTT *et al.*, 2002). Estudos realizados com a piplartina e outras substâncias isoladas demonstram atividade larvicida para *Anopheles darlingi*, matando 85% das larvas na maior concentração testada (TRINDADE *et al.*, 2012).

Estudos avaliaram a atividade do OE de *L. gracilis* e seus principais componentes, carvacrol e timol contra larvas e fêmeas ingurgitadas do carrapato dos bovinos. O carvacrol exibiu maior eficiência que o timol para larvas e fêmeas ingurgitadas de *R. microplus* (CRUZ *et al.*, 2013, COSTA-JÚNIOR *et al.*, 2016). A atividade acaricida de combinações de timol, carvacrol e eugenol foi avaliada em larvas e fêmeas ingurgitadas dessa mesma espécie de carrapato. As associações carvacrol + timol apresentaram sinergismo em fêmeas ingurgitadas. Nos experimentos com formulação, todas as combinações causaram 100% de mortalidade das larvas (NOVATO *et al.*, 2019).

Diversas pesquisas demonstram que os OE inibem a atividade da enzima acetilcolinesterase (AChE), de extrema relevância nas junções neuro-neuronais e neuromusculares em insetos e mamíferos (ANDERSON; COATS, 2012; CASTILHOS; GRÜTZMACHER; COATS, 2018). Alguns estudos consideram que os monoterpenos fenólicos carvacrol e timol podem causar inibição da enzima acetilcolinesterase, levando à super estimulação dos neurônios em artrópodes. Outro importante local de ação destes monoterpenoides é o receptor GABA (ácido gama-aminobutírico), os quais poderiam atuar como moduladores desses receptores levando a morte do ectoparasito alvo pela inibição do sistema nervoso (COSTA-JÚNIOR *et al.*, 2016; JANKOWSKA *et al.*, 2018).

Lage *et al.* (2015) constataram que o nerolidol isolado de *Baccharis dracunculifolia* apresenta forte atividade acaricida, causando mortalidade de 100% das larvas de carrapato do gado em uma concentração menor que testada para o OE. O estudo concluiu que o OE obtido das partes aéreas de *B. dracunculifolia* e seu principal componente nerolidol isolado apresentam alta atividade em larvas de *R. microplus* e fêmeas ingurgitadas.

Em um estudo realizado por Peixoto *et al.* (2015), foi avaliado o potencial acaricida do OE de *L. alba*, quimiotipos citrais (genótipos LA-10 e LA-44) e quimiotipos de carvona (Genótipos LA-13 e LA-57) bem como citral purificado e enantiômeros de carvona e limoneno, contra larvas e fêmeas ingurgitadas. Os quimiotipos do citral tiveram maior atividade larvicida do que os quimiotipos do carvona. O citral purificado apresentou atividade larvicida e adulticida (CL₅₀ de 7,0 e

29,8 mg/mL, respectivamente). Os enantiômeros purificados de carvona exibiram maior atividade larvicida do que os de limoneno, sendo observada enantioselectividade do limoneno com R-(+) exibindo maior eficácia que S-(-). Os óleos essenciais e os compostos purificados foram menos tóxicos para as fêmeas adultas ingurgitadas, com exceção do citral, e isso pode ser decorrente da penetração cuticular limitada.

Em primeiro relato, foi realizado um estudo com um quimiotipo raro de *Cinnamomum verum*, onde o OE produziu benzoato de benzila (65,4%) como o principal composto, bem como o benzoato de benzila purificado, contra larvas e fêmeas ingurgitadas de *R. microplus* resistentes a amidinas e piretroides. O OE de *C. verum* foi 3,3 vezes mais eficiente contra larvas do que o benzoato de benzila purificado, e não houve diferença para fêmeas ingurgitadas (MONTEIRO *et al.*, 2017).

O monoterpeno 1,8-cineol ou eucaliptol, está presente como um dos componentes majoritários em vários OEs que possui atividade acaricida contra *R. microplus* (Quadro 1). De acordo com Prates *et al.* (1998), o 1,8-cineol presente no OE do capim-gordura apresenta 100% de letalidade sobre larvas do carrapato *R. microplus*. Estudos sugerem uma atividade neurotóxica que pode ser causada também por óleos e compostos que inibem a acetilcolinesterase (CHAGAS *et al.*, 2002; LÓPEZ; PASCUAL-VILLALOBOS, 2010). O dano morfológico neural resultante de um processo degenerativo seria capaz de afetar a transmissão do impulso nervoso nos carrapatos (CHAGAS *et al.*, 2002).

Quadro 1 - Relação das plantas utilizadas para avaliação de efeito acaricida sobre carrapatos em estudos realizados no Brasil

Espécie Familia	Componentes Majoritários* (%)	Teste	AtividadeAcaricida (Letalidade)	Referência
<i>Drimys brasiliensis</i> Winteraceae	ciccolorenona (30,4) bicyclogermacreno (11,8)	<i>in vitro</i> TIL	100%	Ribeiro et al. (2008)
<i>Piper mikanianum</i> Piperaceae	apiol (64,89)	<i>in vitro</i> TIL	CL ₅₀ 2,33 µL/mL	Ferraz et al. (2010)
<i>Piper xylosteoides</i> Piperaceae	safrol (47,83)	<i>in vitro</i> TIL	CL ₅₀ 6,15 µL/mL	Ferraz et al. (2010)
<i>Calea serrata</i> Asteraceae	precoceno II (29,6) germacrene D (26,4) β-selineno (10,0)	<i>in vitro</i> TIL	CL ₅₀ 0,28 µL/mL	Ribeiro et al. (2011)
<i>Tetradenia riparia</i> Lamiaceae	14-hidroxi-9-epi-cariofileno (18,03) fenchona (12,87) cis-muurolol-5-en-4-o-ol (11,73)	<i>in vitro</i> AIT TPL	100% 100%	Gazim et al. (2011)
<i>Cymbopogon martinii</i> Poaceae	geraniol (81,4) geranil acetato (10,1)	<i>in vitro</i> AIT TPL	75,81% CL ₅₀ 0,47%	Chagas et al. (2012)
<i>Lippia sidoides</i> Verbenaceae	timol (67,60)	<i>in vitro</i> AIT TPL	100% 100%	Gomes et al. (2012)
<i>Tagetes minuta</i> Asteraceae	dihidrotagetona (54,21)	<i>in vitro</i> AIT TPL	100% 100%	Garcia et al. (2012)

Espécie Família	Componentes Majoritários* (%)	Teste	AtividadeAcaricida (Letalidade)	Referência
<i>Lippia gracilis</i> Verbenaceae	LGRA-106: timol (59,26) LGRA-108: carvacrol (45,10) <i>p</i> -cimeno (11,75) LGRA-109: carvacrol (48,99) <i>p</i> -cimeno (13,02) LGRA-201: carvacrol (35,28) γ -terpineno (21,11) <i>p</i> -cimeno (13,74)	<i>in vitro</i> AIT TPL	LGRA-106 CL ₅₀ 4,66% LGRA-201 CL ₅₀ 1,31%	Cruz et al. (2013)
<i>Lippia triplinervis</i> Verbenaceae	carvacrol (31,9) timol (30,6) <i>p</i> -quimeno (12,3)	<i>in vitro</i> AIT TPL	100% 100%	Lage et al. (2013)
<i>Tagetes minuta</i> Asteraceae	dihidrotagetona (54,21)	<i>in vivo</i>	99,98%	Andreotti et al. (2013)
<i>Cymbopogon winterianus</i> Poaceae	citronelal	<i>in vitro</i> AIT	55,51%	Mello et al. (2014)
<i>Syzygium aromaticum</i> Myrtaceae	eugenol	<i>in vitro</i> AIT	100%	Mello et al. (2014)
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Rutaceae	silvestreno (11,3)	<i>in vitro</i> AIT	100%	Nogueira et al. (2014)
<i>Baccharis dracunculifolia</i> Asteraceae	Nerolidol (22,3)	<i>in vitro</i> AIT TPL	96,3% 90%	Lage et al. (2015)
<i>Chrysopogon zizanioides</i> Poaceae	khusimol, HAV (16,28) LAV (19,39) Isovalencenol LAV (13,2)	<i>in vitro</i> AIT TPL	100% CL ₅₀ = 1,55 μ l/ml HAV	Campos et al. (2015)
<i>Lippia alba</i> Verbenaceae	LA-13: carvona (52,9) limoneno (26,9) LA-57: carvona (63,5) limoneno (25,8) LA-10: geranial (46,2) neral (33,5) LA-44: geranial (44,2) neral (31,1)	<i>in vitro</i> AIT TPL	LA-10 CL ₅₀ 8,8mg/mL	Peixoto et al. (2015)
<i>Curcuma longa</i> Zingiberaceae	α -turmerona (26,8) ar-turmerona (19,8) β -turmerona (15,4) 1,8-cineol (11,8)	<i>in vitro</i> AIT TPL	71% 100%	Chagas et al. (2016)
<i>Zingiber officinale</i> Zingiberaceae	geranial,(23,2) neral (16,7) 1-8-cineol (15,8) camfeno (11,3)	<i>in vitro</i> AIT TPL	- 100%	Chagas et al. (2016)
<i>Lippia alba</i> Verbenaceae	carvona (61,7) limoneno (17,5)	<i>in vitro</i> AIT TPL	62% 100%	Chagas et al. (2016)
<i>Lippia gracilis</i> Verbenaceae	carvacrol (40,4) <i>p</i> -cimeno (11,4)	<i>in vitro</i> AIT TPL	- 100%	Chagas et al. (2016)
<i>Lippia origanoides</i> Verbenaceae	carvacrol (49,7) <i>p</i> -cimeno (13,3)	<i>in vitro</i> AIT TPL	- 100%	Chagas et al. (2016)

Espécie Familia	Componentes Majoritários* (%)	Teste	AtividadeAcaricida (Letalidade)	Referência
<i>Lippia sidoides</i> Verbenaceae	timol (64,5) p-cimeno (11,7)	<i>in vitro</i> AIT TPL	- 84%	Chagas et al. (2016)
<i>Mentha arvensis</i> Lamiaceae	mentol (86,7)	<i>in vitro</i> AIT TPL	73% 86%	Chagas et al. (2016)
<i>Mentha piperita</i> Lamiaceae	mentol (30,5) mentil acetato (14,6) pulegona (14,2) mentona (12,9)	<i>in vitro</i> AIT TPL	- 89%	Chagas et al. (2016)
<i>Lippia gracilis</i> Verbenaceae	Lgra-106: timol (59,26) Lgra-201: carvacrol (35,28) γ -terpineno (21,11) p-cimeno (13,74)	<i>in vitro</i> LIT	Lgra-106 CL ₅₀ =1,02mg/mL Lgra-201 CL ₅₀ =1,03mg/mL	Costa-Júnior et al. (2016)
<i>Juniperus communis</i> Cupressaceae	linalol (18,07)	<i>in vitro</i> AIT	96.3%	Pazinato et al. (2016)
<i>Cymbopogon martini</i> Poaceae	geraniol (35,27)	<i>in vitro</i> AIT	100%	Pazinato et al. (2016)
<i>Cedrus atlantica</i> Pinaceae	α -himachaleno (19,74)	<i>in vitro</i> AIT	100%	Pazinato et al. (2016)
<i>Cymbopogon citratus</i> Poaceae	Geranial (46,51)	<i>in vitro</i> AIT	100%	Pazinato et al. (2016)
<i>Zingiber officinale</i> Zingiberaceae	α -zingibereno (26,47)	<i>in vitro</i> AIT	94%	Pazinato et al. (2016)
<i>Pelargonium graveolens</i> Geraniaceae	citronelol (31,37)	<i>in vitro</i> AIT	97%	Pazinato et al. (2016)
<i>Citrus aurantium</i> Rutaceae	limoneno (30,17)	<i>in vitro</i> AIT	90,5%	Pazinato et al. (2016)
<i>Cuminumcyminum</i> Apiaceae	Cuminaldeído (32,66) γ -terpineno (19,87) β -pineno (15,22)	<i>in vitro</i> AIT	100%	Villarreal et al. (2017)
<i>Cinnamomumverum</i> Lauraceae	benzoato de benzila (65,4)	<i>in vitro</i> AIT TPL	- CL ₅₀ 1,0 mg/mL	Monteiro et al. (2017)
<i>Hesperozygismyrtoides</i> Lamiaceae	isomentona (47,7) pulegona (21,4)	<i>in vitro</i> AIT TPL	- 100%	Castilho et al. (2017)
<i>Citruslimonum</i> Rutaceae	limoneno (50,3) β -pineno (14,4) γ -terpineno (11,7)	<i>in vitro</i> AIT	100%	Vinturelle et al. (2017)
<i>Piper nigrum</i> Piperaceae	B-cariofileno (26,2)	<i>in vitro</i> AIT	80%	Vinturelle et al. (2017)
<i>Ocimumgratissimum</i> Lamiaceae	Setembro timol (39,1) γ -terpineno (35,1) Dezembro timol (37,7) γ -terpineno (26,2) p-cimeno (15,8)	<i>in vitro</i> LIT	CL ₅₀ 0,84 mg/mL(dez.) CL ₅₀ 1,58 mg/mL(set.)	Lima et al. (2017)
<i>Ocotea elegans</i> Lauraceae	Sesquirosefurano (92,2)	<i>in vitro</i> AIT TPL	90% 70%	Figueiredo et al. (2017)
<i>Mesosphaerum suaveolens</i> Lamiaceae	1,8-cineol (35,77) Sabineno (19,61)	<i>in vitro</i> AIT TPL	100% 87,7%	Castro et al. (2018)
<i>Ocimum gratissimum</i> Lamiaceae	eugenol (52,99) 1,8-cineol (24,68)	<i>in vitro</i> AIT TPL	99,9% 99,4%	Castro et al. (2018)
<i>Alpinia zerumbet</i> Zingiberaceae	p-cimeno (32,72) 1,8-cineol (24,05) terpinen-4-ol (20,23)	<i>in vitro</i> AIT TPL	100% 100%	Castro et al. (2018)

Espécie Família	Componentes Majoritários* (%)	Teste	AtividadeAcaricida (Letalidade)	Referência
<i>Croton conduplicatus</i> Euphorbiaceae	eucaliptol (24,09)	<i>in vitro</i> AIT TPL	100% 75,8%	Castro et al. (2019)
<i>Croton pulegioidorus</i> Euphorbiaceae	<i>p</i> -cimeno (23,13) ascaridol (22,5)	<i>in vitro</i> AIT TPL	100% 100%	Castro et al. (2019)
<i>Croton grewiooides</i> Euphorbiaceae	CG1: metil chavicol (83,59) CG2: metil chavicol (95,38)	<i>in vitro</i> AIT TPL	100% (CG2) 84,5% (CG2)	Castro et al. (2019)
<i>Cymbopogon citratus</i> Poaceae	geranial (50,5) neral (36,6)	<i>in vitro</i> AIT TPL	- 100%	Silva et al. (2020)
<i>Cymbopogon nardus</i> Poaceae	citronelal (50,3) nerol (10,8)	<i>in vitro</i> AIT TPL	- 66%	Silva et al. (2020)
<i>Mentha arvensis</i> Lamiaceae	mentol (73,3) metilacetato (10,0)	<i>in vitro</i> AIT TPL	53,7% -	Silva et al. (2020)

Abreviações: TIL = teste de imersão larval; TPL = teste de pacote de larvas; AIT = teste de imersão de adultos; HAV = alto valor ácido (baixa qualidade); LAV = baixo valor ácido (alta qualidade). * superior a 10%.

Fonte: Dados da pesquisa.

4 Conclusão

Os resultados dos estudos supracitados indicam o emprego dos OEs como potenciais agentes de controle de carrapatos, os quais podem ser usados para mitigar as perdas econômicas associadas à infestação. Entretanto, estas biotecnologias ainda não atendem completamente as necessidades da pecuária brasileira, pois a maioria dos ensaios ocorre *in vitro*, mostrando-se como urgente a realização de testes *in vivo* para a determinação da eficácia no controle carrapato bovino em nível de campo.

Ao serem identificadas como potenciais espécies vegetais para uso no controle de carrapatos, estudos sobre a produção e possíveis formulações devem ser realizados por especialistas em química e farmacologia, assim como empresas de medicamentos veterinários, com o propósito de avaliar os adjuvantes adequados a serem empregados em tais formulações, de acordo com a natureza do extrato da planta ou composto bioativo isolado.

Uma vez confirmada tal atividade, torna-se imprescindível à determinação dos critérios de cultivo e coleta da planta, bem como a composição do solo, para que os resultados a serem obtidos nas análises quantitativas dos OEs obtidos estejam adequados. A partir daí, podem ser estabelecidas formulações a serem produzidas em grande escala, e estas serem devidamente comercializadas.

Referências

ALMEIDA, M. B. *et al.* Tristeza parasitária bovina na região sul do Rio Grande do Sul: estudo retrospectivo de 1978-2005. *Pesq. Vet. Bras.*, v.26, n.4, p.237-242, 2006. doi: 10.1590/S0100-736X2006000400008

ANDERSON, J.A.; COATS, J.R. Acetylcholinesterase inhibition by nootkatone and carvacrol in arthropods. *Pestic. Biochem.*

Phys., v.102, p.124-128, 2012. doi:10.1016/j.pestbp.2011.12.002

ANDREOTTI, R., GARCIA, M.V., KOLLER, W.W. Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos. Embrapa, 2019.

ANDREOTTI, R. *et al.* Protective action of *Tagetes minuta* (Asteraceae) essential oil in the control of *Rhipicephalus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) in a cattle pen trial. *Vet. Parasitol.*, v.197, p.341-345, 2013. doi:10.1016/j.vetpar.2013.04.045

BOITO, J.P. *et al.* Evaluation of tea tree oil for controlling *Rhipicephalus microplus* in dairy cows. *Vet. Parasitol.*, v.225, p.70-72, 2016. doi:10.1016/j.vetpar.2016.05.031

BOWERS, W.S. *et al.* Discovery of insect anti-juvenile hormones in plants. *Science*, v.193, p.542-547, 1976.

CAMPOS, R. N. S. *et al.* Óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas no controle do carrapato *Rhipicephalus microplus*. *Archivos de Zootecnia*, v.61, p.67-78, 2012. doi:10.21071/az.v61i237.2959

CAMPOS, R.N.S. *et al.* Acaricidal properties of vetiver essential oil from *Chrysopogon zizanioides* (Poaceae) against the tick species *Amblyomma cajennense* and *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Vet. Parasitol.*, v.212, p.324-330, 2015. doi:10.1016/j.vetpar.2015.08.022

CASTILHO, C.V.V. *et al.* In vitro activity of the essential oil from *Hesperozygis myrtoides* on *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* and *Haemonchus contortus*. *Rev. Bras. de Farmacog.*, v.27, p.70-76, 2017. doi:10.1016/j.bjp.2016.08.005

CASTILHOS, R.V.; GRÜTZMACHER, A.D.; COATS, J.R. Acute Toxicity and Sublethal Effects of Terpenoids and Essential Oils on the Predator *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotrop. Entomol.*, v.47, p.311-317, 2018. doi:10.1007/s13744-017-0547-6

CASTRO, H.G. *et al.* Teor e composição do óleo essencial de cinco acessos de mentrasto. *Quím. Nova*, v.27, n.1, p.55-57, 2004. doi:10.1590/S0100-40422004000100011

CASTRO, K.N.C. *et al.* In vitro efficacy of essential oils with

- different concentrations of 1,8-cineole against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Braz. J. Vet. Parasitol.*, v.27, n.2, p.203-210, 2018. doi:10.1590/s1984-296120180015
- CASTRO, K.N.C. *et al.* Acaricidal potential of volatile oils from Croton species on *Rhipicephalus microplus*. *Rev. Bras. de Farmacog.*, v.29, p.811-815, 2019. doi:10.1016/j.bjp.2019.09.001
- CHAGAS, A.C.S. *et al.* Efeito acaricida de óleos essenciais e concentrados emulsionáveis de *Eucalyptus* spp. em *Boophilus microplus*. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, v.39, n.5, p. 247-253, 2002. doi:10.1590/S1413-95962002000500006
- CHAGAS, A.C.S. *et al.* In vitro efficacy of plant extracts and synthesized substances on *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus* (Acari: Ixodidae). *Parasitol Res.*, v.110, p.295-303, 2012. doi:10.1007/s00436-011-2488-z
- CHAGAS, A.C.S. *et al.* Efficacy of 11 Brazilian essential oils on lethality of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v.7, p.427-432, 2016. doi:10.1016/j.ttbdis.2016.01.001
- COSTA-JÚNIOR, L.M. *et al.* Acaricidal efficacies of *Lippia gracilis* essential oil and its phytochemicals against organophosphate-resistant and susceptible strains of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Vet. Parasitol.*, v.228, p.60-64, 2016. doi: 10.1016/j.vetpar.2016.05.028
- CRUZ, E.M.O. *et al.* Acaricidal activity of *Lippia gracilis* essential oil and its major constituents on the tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Vet. Parasitol.*, v.195, p.198-202, 2013. doi:10.1016/j.vetpar.2012.12.046
- FERRAZ, A.B.F. *et al.* Acaricidal activity and chemical composition of the essential oil from three *Piper* species. *Parasitol. Res.*, v.107, p.243-248, 2010. doi: 10.1007/s00436-010-1878-y
- FIGUEIREDO, A. *et al.* First report of the effect of *Ocotea elegans* essential oil on *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Vet. Parasitol.*, v.252, p.131-136, 2018. doi:10.1016/j.vetpar.2018.02.018
- FURLONG, J.; MARTINS, J.R.S.; PRATA, M.C.A. O carrapato dos bovinos e a resistência: temos o que comemorar? *A Hora Veterinária*, v.27, n.159, p.53-56, 2007.
- GARCIA, M.V. *et al.* Chemical identification of *Tagetes minuta* Linnaeus (Asteraceae) essential oil and its acaricidal effect on ticks. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v.21, n.4, p. 405-411, 2012. doi:10.1590/S1984-29612012000400011
- GAZIM, Z.C. *et al.* Acaricidal activity of the essential oil from *Tetradenia riparia* (Lamiaceae) on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Exp. Parasitol.*, v.129, p.175-178, 2011. doi:10.1016/j.exppara.2011.06.011
- GOMES, G.A. *et al.* Chemical composition and acaricidal activity of essential oil from *Lippia sidoides* on larvae of *Dermacentor nitens* (Acari: Ixodidae) and larvae and engorged females of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). *Parasitol. Res.*, v.111, p.2423-2430, 2012. doi:10.1007/s00436-012-3101-9
- GONÇALVES, P.M. Epidemiologia e Controle da Tristeza Parasitária Bovina na região Sudeste do Brasil. *Ciência Rural*, v.30, n.1, p.187-194, 2000. doi:10.1590/S0103-8478200000100030
- GRISI, L. *et al.* Impacto econômico das principais ectoparasitoses em bovinos no Brasil. *A Hora Veterinária*, v.21, n.125, p.8-10, 2002.
- GRISI, L. *et al.* Reassessment of the potencial economic impact of cattle parasites in Brazil. *Braz. J. Vet. Parasitol.*, v.23, n.2, p.150-156, 2014. doi:10.1590/S1984-29612014042
- JANKOWSKA, M. *et al.* Molecular targets for components of essential oils in the insect nervous system - A Review. *Molecules*, v.23, 2018. doi:10.3390/molecules23010034
- KLAFKE, G. *et al.* Multiple resistance to acaricides in field populations of *Rhipicephalus microplus* from Rio Grande do Sul State, Southern Brazil. *Ticks Tick-borne Dis.*, v.8, p.73-80, 2017. doi:10.1016/j.ttbdis.2016.09.019
- LAGE, T.C.A. *et al.* Activity of essential oil of *Lippia triplinervis* Gardner (Verbenaceae) on *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). *Parasitol. Res.*, v.112, p.863-869, 2013. doi:10.1007/s00436-012-3209-y
- LAGE, T.C.A. *et al.* Chemical composition and acaricidal activity of the essential oil of *Baccharis dracunculifolia* De Candolle (1836) and its constituents nerolidol and limonene on larvae and engorged females of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). *Exp. Parasitol.*, v.148, p.24-29, 2015. doi:10.1016/j.exppara.2014.10.011
- LEAL, A.T.; FREITAS, D.J.; VAZ JR., I. S. Perspectivas para o controle do carrapato bovino. *Acta Sci. Vet.*, v.31, p.01-11, 2003. doi:10.22456/1679-9216.16965
- LIMA, A.S. *et al.* Seasonal analysis and acaricidal activity of the thymol-type essential oil of *Ocimum gratissimum* and its major constituents against *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). *Parasitol. Res.*, v.117, p.59-65, 2018. doi:10.1007/s00436-017-5662-0
- LIMA, R.K. *et al.* Caracterização Química e Atividade Inseticida do Óleo Essencial de *Ageratum Conyzoides* L. sobre a lagarta do cartucho do milho *Spodoptera Frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Biosci. J.*, v.26, n.1, p.1-5, 2010.
- LÓPEZ, M.D.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. Mode of inhibition of acetylcholinesterase by monoterpenoids and implications for pest control. *Ind. Crops and Prod.*, v.31, p.284-288, 2010. doi:10.1016/j.indcrop.2009.11.005
- MELLO, V. *et al.* Acaricidal properties of the formulations based on essential oils from *Cymbopogon winterianus* and *Syzygium aromaticum* plants. *Parasitol. Res.*, v.113, p.4431-4437, 2014. doi:10.1007/s00436-014-4121-4
- MONTEIRO, I.N. *et al.* Chemical composition and acaricide activity of an essential oil from a rare chemotype of *Cinnamomum verum* Presl on *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). *Vet. Parasitol.*, v.238, p.54-57, 2017. doi:10.1016/j.vetpar.2017.03.016
- NOGUEIRA, J. *et al.* Acaricidal Properties of the Essential Oil from *Zanthoxylum caribaeum* against *Rhipicephalus microplus*. *J. Med. Entomol.*, v.51, n.5, p. 971-975, 2014. doi: 10.1603/ME13236
- NOVATO, T.L.P. *et al.* Evaluation of synergism and development of a formulation with thymol, carvacrol and eugenol for *Rhipicephalus microplus* control. *Exp. Parasitol.*, v.207, 2019. doi: 10.1016/j.exppara.2019.107774
- PAZINATO, R. *et al.* In vitro effect of seven essential oils on the reproduction of the cattle tick *Rhipicephalus microplus*. *J. Adv. Res.*, v.7, p.1029-1034, 2016. doi: 10.1016/j.jare.2016.05.0.
- PEIXOTO, M.G. *et al.* Acaricidal activity of essential oils from *Lippia alba* genotypes and its major components carvone, limonene, and citral against *Rhipicephalus microplus*. *Vet. Parasitol.*, v.210, p.118-122, 2015. doi: 10.1016/j.vetpar.2015.03.010
- PRATES, H.T. *et al.* Identification of some chemical components of the essential oil from molasses grass (*Melinis minutiflora* Beauv.) and their activity against cattle-tick (*Boophilus microplus*).

- J. Braz. Chem. Soc.*, v.9, n.2, p.193-197, 1998. doi: 10.1590/S0103-50531998000200013
- RIBEIRO, V.L.S. *et al.* Chemical composition and larvicidal properties of the essential oils from *Drimys brasiliensis* Miers (Winteraceae) on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* and the brown dog tick *Rhipicephalus sanguineus*. *Parasitol. Res.*, v.102, p.531-535, 2008. doi:10.1007/s00436-007-0799-x
- RIBEIRO, V.L.S. *et al.* Acaricidal properties of the essential oil and precocene II obtained from *Calea serrata* (Asteraceae) on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Vet. Parasitol.*, v.179, p.195-198, 2011. doi:10.1016/j.vetpar.2011.02.006
- RODRIGUES, C.F.C. *et al.* Compostos bioativos e o controle de carrapatos em bovinos. *Pubvet.* v.9, n.7 p.287-347, 2015. doi:10.22256/pubvet.v9n7.298-302
- SCOTT, I.M. *et al.* Insecticidal activity of *Piper tuberculatum* Jacq. extracts: synergistic interaction of piperamides. *Agric. and Forest Entomol.*, v.4, p.137-144, 2002. doi: 10.1046/j.1461-9563.2002.00137.x
- SILVA, L.C. *et al.* In vitro acaricidal activity of *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus* and *Mentha arvensis* against *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). *Exp. Parasitol.*, v.216, 2020. doi: 10.1016/j.exppara.2020.107937
- TRINDADE, F.T.T. *et al.* Evaluation of larvicidal activity of the methanolic extracts of *Piper alatabaccum* branches and *P. tuberculatum* leaves and compounds isolated against *Anopheles darlingi*. *Braz. J. of Pharmacog.*, v.22, n.5, p.979-984, 2012. doi:10.1590/S0102-695X2012005000039
- VILLARREAL, J.P.V. *et al.* Evaluation of phytotherapy alternatives for controlling *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in vitro. *Braz. J. Vet. Parasitol.*, v.26, n.3, p.299-306, 2017. doi:10.1590/s1984-29612017052
- VINTURELLE, R. *et al.* In Vitro Evaluation of Essential Oils Derived from *Piper nigrum* (Piperaceae) and *Citrus limonum* (Rutaceae) against the Tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Biochem. Res. Intern.*, p. 5342947, 2017. doi:10.1155/2017/5342947