



# ALTERNATIVAS DE CONTROLE DO CARRAPATO DO BOI: ODORES QUE ATRAEM, REPELEM E MATAM O CARRAPATO *RHIPICEPHALUS MICROPLUS*



**CECÍLIA JOSÉ VERÍSSIMO**  
ORGANIZAÇÃO



Secretaria de  
Agricultura e Abastecimento



**SÃO PAULO**  
GOVERNO DO ESTADO

**ALTERNATIVAS DE CONTROLE DO  
CARRAPATO DO BOI: ODORES QUE  
ATRAEM, REPELEM E MATAM O  
CARRAPATO *RHIPICEPHALUS*  
*MICROPLUS*.**

**Organização:**  
Cecília José Veríssimo

Nova Odessa  
Instituto de Zootecnia. APTA/SAA  
2023



**Governador do Estado de São Paulo**

Tarcísio Gomes de Freitas

**Diretor Técnico de Departamento do  
Instituto de Zootecnia**

Enilson Geraldo Ribeiro

**Secretário de Agricultura e Abastecimento**

Antonio Julio Junqueira de Queiroz

**Coordenação**

Cecília José Veríssimo

**Coordenador da Agência Paulista de  
Tecnologia dos Agronegócios**

Sergio Luiz dos Santos Tutui

“Esclarecemos que todas as informações contidas nestes Anais são de inteira  
responsabilidade de cada palestrante”.

Ficha Catalográfica elaborado pelo  
Núcleo de Documentação Científica do Instituto de Zootecnia

A466 Alternativas de Controle do Carrapato do Boi: Odores que  
Atraem, Repelem e Matam o Carrapato *Rhipicephalus microplus* /  
Organização: Cecília José Veríssimo. -  
Nova Odessa, SP: [s.n.], 2023.  
111p.; Il.

ISBN: 978-65-994972-2-3

1. Compostos voláteis. 2. Produto químico odorífero 3.  
Repelência I. Veríssimo, C. J. [org.]. II. Título.

CDD- 595.429

## PREFÁCIO

Mais um Workshop Controle do Carrapato, o sétimo, em que discutimos um assunto relativamente novo em relação ao controle do carrapato, que é o controle por meio de substâncias odoríferas, oriundas de plantas, animais, e óleos essenciais, que podem repelir e até matar larvas e fêmeas ingurgitadas do carrapato-do-boi. Também, como é de praxe, apresentamos as pesquisas que são realizadas com esta espécie de carrapato (*Rhipicephalus microplus*) em nossa instituição de pesquisa. Aproveitamos também a oportunidade para divulgar trabalho sobre controle seletivo do carrapato que vem sendo desenvolvido no IZ-APTA/Pindamonhangaba, SP.

Boa leitura!

Cecília José Veríssimo

## PALESTRANTES



**André Lúcio Franceschini Sarria** - andresarria@yahoo.com.br

Químico formado pela Universidade Federal de São Carlos no Brasil. O doutorado em Química de Produtos Naturais foi focado na busca de novos compostos bioativos com propriedades inseticidas. Tem algumas patentes registradas em 2013 e 2014, usando flavonóides complexados com metais de transição em novos inseticidas. Realizou parte do doutorado na San Pablo University em Madrid, Espanha, com apoio da Força Aérea Brasileira e EAD-CASA., onde estudou métodos de biotecnologia para estudar a rizosfera e como aumentar a produção de morfina do *Papaver somniferum*, usando bactérias PGPR. Em 2013, entrou para a equipe "Biointeractions and Crop Protection (BCCP)" da Rothamsted Research, como ecologista químico. Áreas de atuação: métodos cromatográficos de isolamento de compostos orgânicos de plantas, fungos, bactérias e mamíferos; determinação estrutural de compostos orgânicos por ressonância magnética nuclear e outras ferramentas espectrométricas; análise de semioquímicos de plantas com interesse agropecuário, identificação e caracterização de elicitores envolvidos no estresse (a)biótico em plantas; síntese de semioquímicos e complexos metálicos como inseticidas.

**Caio Marcio de Oliveira Monteiro** - caiosat@gmail.com



Possui graduação em Ciências Biológicas (CES/JF - 2006), mestrado em Ciências Biológicas, Comportamento e Biologia Animal (UFJF - 2009) e doutorado em Ciências Veterinárias, área de concentração em Parasitologia Veterinária (UFRRJ - 2014). Atualmente é professor de Parasitologia no Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública da Universidade Federal de Goiás (UFG). Tem experiência na área de Parasitologia, trabalhando principalmente na busca e desenvolvimento de novas tecnologias e alternativas de controle de carrapatos e outros ectoparasitos de importância em Saúde Pública e Medicina Veterinária, com utilização de agentes biológicos (nematóides e fungos entomopatogênicos) e substâncias de origem vegetal (óleos essenciais, extratos vegetais e substâncias isoladas). Atualmente é líder do grupo de pesquisa "Desenvolvimento de Novas Tecnologias para o Controle de Carrapatos" da Universidade Federal de Goiânia (UFG) e participa dos grupos de pesquisa de "Patologia de Invertebrados" da UFG, "Artrópodes Zooparasitos" na Universidade Federal de Juiz de Fora, "Segurança e Qualidade do Leite" na Embrapa Gado de Leite, e nos grupos de "Controle Biológico de Artrópodes de Importância médico-veterinária" e "Pesquisa em Produtos Naturais" na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Atuou como vice-coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (UFG) e curso de graduação em Biotecnologia (UFG).



**Cecilia Jose Verissimo - ceciliajverissimo@gmail.com**

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1982), mestrado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1991) e doutorado em Zootecnia - Qualidade e Produtividade Animal pela Universidade de São Paulo (2008). Atualmente é pesquisador científico nível VI do Instituto de Zootecnia, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Tem experiência nas áreas de Zootecnia e Medicina Veterinária Preventiva, com ênfase em Produção Animal e controle de doenças, atuando principalmente no controle alternativo do carrapato *Rhipicephalus microplus*, e outros parasitos de animais de interesse zotécnico. Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP.



**José Alberto Rosado-Aguilar (Doutorado) - alberto.rosadoaguilar@gmail.com**

Professor no Departamento de Epidemiologia e Parasitologia da Universidad Autónoma de Yucatán. José faz pesquisa em Biotecnologia e Parasitologia. Seu projeto atual é "Alternativas de resistência e controle em carrapatos e nematoides". Jose Alberto Rosado-Aguilar currently works at the Department of Epidemiology and Parasitology, Universidad Autónoma de Yucatán. Jose does research in Biotechnology and Parasitology. Their current project is "Resistance and control alternatives in ticks and nematodes".



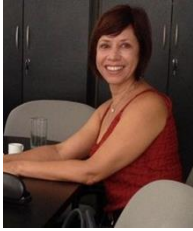
**José Roberto Pereira - jroberto@apta.sp.gov.br**

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade de Taubaté (1990) e mestrado em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2004). Atualmente é efetivo da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios. Tem experiência na área de Parasitologia Veterinária, com ênfase em Controle de Ecto e Endoparasitos.



**Leandro Rodrigues - rodrigues.le@hotmail.com**

Possui graduação em Farmácia Generalista - Faculdades Adamantinenses Integradas - UNIFAI (2009). Mestre em "Produção Animal Sustentável" na área de Sanidade Animal no Instituto de Zootecnia de Nova Odessa (2018), com interesse voltado para a área de pesquisa e descoberta de novos medicamentos a partir de plantas medicinais. Desenvolve trabalhos e projetos com óleos essenciais, e recentemente atua na descoberta e formulação de carrapaticidas naturais (produto HYGIZ®), para o controle do carrapato do boi como alternativa sustentável para a área da pecuária. Trabalha com o carrapaticidograma e testes *in vitro* sobre o *Rhipicephalus microplus*. Atualmente pesquisa e fórmula produtos carrapaticidas à base de óleos essenciais *pour on* e produto natural para aplicação na pastagem. Atualmente atua como docente do curso de graduação de Farmácia, Tecnólogo em Estética e Nutrição da FAM - Faculdade de Americana nas disciplinas de Farmacologia, Farmacognosia, Farmacotécnica, Tecnologia Farmacêutica, Garantia e Controle de Qualidade de medicamentos e cosméticos, Química Farmacêutica e Bioquímica, Microbiologia e Imunologia e Microbiologia dos alimentos.



**Lígia Miranda Ferreira Borges** - [borges.ligia@gmail.com](mailto:borges.ligia@gmail.com)

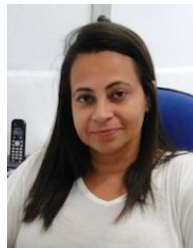
Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Minas Gerais (1988), mestrado em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Minas Gerais (1991), doutorado em Parasitologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (1998) e Pós-Doutorado pela Universidade de Néuchâtel, Suíça (2002) e pelo Institut National de la Recherche Agronomique, Versalhes, França (2009) e United States Department of Agriculture (2015). Atualmente é professora Titular da Universidade Federal de Goiás. Tem experiência na área de Parasitologia, com ênfase em Entomologia e Malacologia de Parasitos e Vetores, atuando principalmente na ecologia química, eletrofisiologia, controle e epidemiologia de ixodídeos de importância médico-veterinária.



**Livio Martins Costa Junior** - [livioslz@yahoo.com](mailto:livioslz@yahoo.com)

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Maranhão (2001), mestrado em Parasitologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2003), doutorado sanduiche na Universidade de Munique (Ludwig-Maximilians), Alemanha (2005). Doutorado em Parasitologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2007), Pós-doutorado no USDA, Estados Unidos (2014) e no Roslyn Institute da Universidade de Edinburgh, Escócia (2019). Atualmente é Professor Associado do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal do Maranhão. Tem experiência na área de Parasitologia, com ênfase em Entomologia, Acarologia e Helmintologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Biologia e Controle de Helmintos, Ixodídeos e Miíases.

**Luciana Gatto Brito** - [luciana.gatto@embrapa.br](mailto:luciana.gatto@embrapa.br)



Luciana Gatto Brito é Pesquisadora "A" da Embrapa; atualmente realiza suas atividades de PD&I na Embrapa Solos, tendo como área de atuação a Saúde Animal em Sistemas de Produção Resilientes as Mudanças Climáticas. Médica Veterinária formada pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 1996, realizou Especialização em Bioecologia de Dípteros de Interesse Pecuário (1997) e concluiu os Cursos de Mestrado (2000) e doutorado (2003) em Ciências Veterinárias - Parasitologia Veterinária nesta mesma Universidade, quando este sob supervisão e orientação do Prof Dr Gonzalo Efrain Moya Borja. No ano de 2010 realizou estudos de Pós-doutoramento com desenvolvendo e validação de técnicas de diagnóstico molecular da resistência à pesticidas em populações da mosca-dos-chifres e do carrapato-dos-bovinos no Livestock Insect Research Laboratory (USDA/ARS), onde foi supervisionada pelo Dr Felix D. Guerrero. Foi Docente credenciada junto ao Programa de Doutorado da Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal - Rede Bionorte (PPGBionorte), onde exerceu a função de Vice Coordenadora Estadual em Rondônia durante o período de 2012 a 2016 e, Coordenadora Estadual no período de maio de 2016 a fevereiro de 2017 e, na atualidade contribui como Docente do PPGBionorte junto a Coordenação Estadual do Pará e também como Docente junto ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Aplicada à Agropecuária da Universidade Federal Rural da Amazônia.

**Renata da Silva Matos** - [renata.matosjf@gmail.com](mailto:renata.matosjf@gmail.com)



Possui graduação em Ciências Biológicas pelo Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora (2011), mestrado em Ciências Biológicas (Biologia e Comportamento Animal) - Zoologia, pela Universidade Federal de Juiz de Fora (2014) e doutorado em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2018). Foi pesquisadora Bolsista de Pós-Doutorado do Programa Nacional de Pós-Doutorado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (PNPD/CAPES), no Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) na Universidade Federal de Juiz de Fora - Minas Gerais (2018-2019). Atualmente é pesquisadora de pós-doutorado na Embrapa Pecuária Sudeste, sob a supervisão da Dra. Ana Carolina de Souza Chagas.

# SUMÁRIO

<b>Controle Seletivo do Carrapato dos Bovinos em Pequenas Propriedades do Vale do Paraíba, SP</b> (José Roberto Pereira, Jovino Paulo Ferreira Neto, João Paulo Altenfelder) .....	<b>09</b>
<b>Resultados de Pesquisa com Tosquia para Controle do Carrapato e Controle Seletivo do Carrapato em Diferentes Raças Leiteiras</b> (Cecília José Veríssimo, Mariana Fogale de Andrade, Luciana Morita Katiki) .....	<b>18</b>
<b>Controle Alternativo do Carrapato do Boi no México</b> (J.A. Rosado-Aguilar, R.I. Rodríguez-Vivas, M.E. Bolio-González, E.J. Gutiérrez-Ruiz, G.J. Flota-Burgos).....	<b>23</b>
<b>Química dos Odores e Parasitas: Oportunidade de Novos Produtos</b> (André Sarria).....	<b>36</b>
<b>A Flora e Fauna Amazônica como Fonte de Biomoléculas Ativas para o Controle das Populações do Carrapato-dos-Bovinos</b> (Luciana Gatto Brito, Fábio da Silva Barbieri, Nádia Elígia, N. P. Paracampo).....	<b>44</b>
<b>Histórico das Pesquisas com Óleos Essenciais para Controle de Carrapatos</b> (P. Marchesini, L.M. Costa Junior, C.M.O. Monteiro).....	<b>46</b>
<b>Avaliação de Substâncias Repelentes para Carrapatos</b> (Caio Pavão Tavares, Isabella Chaves Sousa, Tássia Lopes do Vale, Matheus Nobate Gomes, Geovane Ferreira da Silva, Jhone Robson da Silva Costa, Aldilene da Silva Lima, Naylene Carvalho Sales da Silva, Livio Martins Costa-Júnior).....	<b>62</b>
<b>Raças de Cães e Asininos que Atraem e Repelem Carrapatos</b> (Lígia Miranda Ferreira Borges).....	<b>75</b>
<b>Compostos Voláteis de Óleos Essenciais de Eucalipto Matam Larvas e Prejudicam a Eficiência Reprodutiva do Carrapato <i>Rhipicephalus Microplus</i></b> (Leandro Rodrigues, Cecília José Veríssimo, Luciana Morita Katiki).....	<b>83</b>
<b>Modos de Ação de Óleos Essenciais, Extratos e Moléculas Isoladas de Plantas sobre os Órgãos e Tecidos dos Carrapatos</b> (Renata da Silva Matos, Maria Izabel Camargo-Mathias).....	<b>95</b>

# **CONTROLE SELETIVO DO CARRAPATO DOS BOVINOS EM PEQUENAS PROPRIEDADES DO VALE DO PARAÍBA, SP**

**José Roberto Pereira\***

Apta Regional Vale do Paraíba, Vale do Paraíba, SP, Brasil.

\*Palestrante

**Jovino Paulo Ferreira Neto**

Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável - CDRS, Guaratinguetá, SP, Brasil.

**João Paulo Altenfelder**

Zoetis Brasil, Programa Leite no Vale Histórico, São Paulo, Brasil.

## **RESUMO**

Discorremos sobre o controle seletivo feito em propriedades situadas em Pindamonhangaba e região inserida no Vale do Paraíba, SP, considerada "cemitério de carrapaticidas", onde a efetividade dos mesmos é nula ou muito baixa, devido a ser uma bacia leiteira antiga, com muitos problemas de resistência dos carrapatos aos carrapaticidas. Exaltam-se os benefícios encontrados com essa tecnologia de tratar somente animais mais infestados, deixando aqueles que não apresentam infestação sem tratamento; no entanto, descrevem-se os dez passos que se deve seguir para realizar este controle com segurança, e as dificuldades encontradas pelos produtores no uso desta tecnologia.

**Palavras-chave:** carrapato, controle seletivo, bovinos leiteiros.

## **SELECTIVE CONTROL OF THE CATTLE TICK IN SMALL PROPERTIES IN VALE DO PARAÍBA, SP**

### **SUMMARY**

We discuss the selective control carried out in properties located in Pindamonhangaba city and in the region inserted in the "Vale do Paraíba", SP, considered "acaricide cemetery", where their effectiveness is null or very low, due to being an old dairy region, with many problems of tick resistance to acaricides. The benefits found with this technology of treating only the most infested animals are exalted, in leaving those that do not have infestation untreated; however, the ten steps that must be followed to carry out this control safely are described, as well as the difficulties found by producers in the use of this technology.

**Keywords:** dairy cattle, selective control, tick

## INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira é uma das principais atividades econômicas e geradoras de renda do Vale do Paraíba. A atividade teve início com a derrocada, a partir de 1929, da cultura do café, que em seu auge, nos anos de 1850, chegou a produzir 77% do café do estado de São Paulo. Com a decadência da cultura as grandes propriedades passaram a ser rateadas em partilhas e heranças familiares e à medida que as gerações foram se sucedendo, formou-se uma região pontuada por pequenas propriedades com produção agropecuária marcadamente familiar. Essas propriedades correspondem a 85,7% das UPAs (Unidade de Produção Agropecuária) do Vale do Paraíba, das quais 73,3% exploram a atividade leiteira, sendo a produção de leite responsável por 57,9% do VPA (Valor da Produção Agropecuária) da região em 2018, cerca de R\$ 270.662.567,70.

A sanidade dos bovinos leiteiros da região do Vale do Paraíba tem se apresentado como um dos principais obstáculos para aumento da produtividade da pecuária leiteira, constituindo-se em um dos maiores entraves ao desenvolvimento da atividade. O carrapato dos bovinos contribui substancialmente não só com a insalubridade dos animais, mas também com perdas na produção, tanto em quantidade quanto em saudabilidade. Dados atribuem ao parasitismo do carrapato a perda de 3,2 bilhões de dólares ao ano somente na produção de carne e leite. Pesquisa mais recente no estado de São Paulo sobre resíduo de agrotóxicos no leite detectou a presença de 40,8% de organofosforados nas amostras. Organofosforados podem ser usados diretamente sobre os animais, como carrapaticidas ou na agricultura para controle de pragas com potencial para contaminar diretamente o leite ou a água e os alimentos usados para fabricação de ração, podendo após o consumo pelos bovinos, serem detectados no leite. Notório, portanto, a necessidade da redução de carrapaticidas para controle do carrapato dos bovinos leiteiros.

O controle seletivo do carrapato baseia-se no tratamento apenas dos animais com infestação de carrapatos e não como é corrente entre os produtores, aplicar o carrapaticida em todos os animais, independente da quantidade de animais que estejam realmente necessitando de tratamento. Observações práticas a campo demonstram que geralmente apenas uma parte

do rebanho justificaria ser tratado. Desperdício de carrapaticida, desnecessária exposição dos aplicadores e animais a toxicidade dos produtos, aumento de resíduos na carne e no leite, aumento de mão de obra e pressão carrapaticida sobre a população sensível de carrapatos, o que sempre acarreta em rápido desenvolvimento de resistência dos carrapatos aos carrapaticidas, diminuindo a eficácia dos ativos empregados.

O controle seletivo visa selecionar o melhor carrapaticida, especificamente para a propriedade; selecionar o carrapato em seus estágios iniciais de desenvolvimentos no momento do tratamento, pois são mais sensíveis aos carrapaticidas que os adultos e selecionar os animais, tratando apenas aqueles que apresentam infestação que justifiquem tratamento. Dessa forma passa-se a admitir a convivência dos animais com uma infestação leve, de forma que não interfira na sanidade e produtividade dos animais, pois sempre haverá um animal com alguns carrapatos que manterão a população de parasitos em refugia (população de larvas que permanece sensível aos carrapaticidas) e contribuem para retardar o processo de resistência. A utilização não adequada de carrapaticidas tem contribuído fortemente para velocidade de resistência dos carrapatos aos novos carrapaticidas introduzidos na região. O Vale do Paraíba é conhecido pelas empresas produtoras de carrapaticidas como “cemitério de carrapaticidas”.

A manutenção de animais parasitados (com carga mínima de carrapatos) também é muito importante para manter os agentes etiológicos da tristeza parasitária bovina, babesiose e anaplasiose no rebanho por meio do carrapato, seu transmissor. Ao inocular os parasitas causadores da doença em pequena quantidade, nos animais até um ano de idade, o carrapato funciona como um vacinador ao criar condições para que os animais desenvolvam imunidade ao parasito ao invés de adquirirem a doença. No entanto, é importante manter a população de carrapatos sob controle, pois grandes infestações podem inocular altas concentrações de agentes da tristeza parasitária bovina, causar a doença e cursar com a morte dos animais.

## METODOLOGIA

As primeiras ações necessárias para a implantação do Controle Seletivo no Vale do Paraíba iniciaram-se em 2005 e foram retomadas com maior intensidade a partir de 2017 com a implementação do "Programa Regional de Desenvolvimento da Bovinocultura Leiteira - Mais Qualidade, Mais Renda". Os trabalhos são realizados por meio de atividades educativas em pequenas propriedades de exploração familiar, tendo como objetivo a motivação, conscientização e capacitação do produtor rural à correta adoção de medidas para controle racional do carrapato dos bovinos. É feita a aplicação de conhecimentos teóricos e práticos diretamente na propriedade, junto aos produtores, utilizando o controle seletivo do carrapato baseado no tratamento somente dos animais mais infestados com formas mais jovens visualmente detectadas, reduzindo dessa forma a utilização de carrapaticidas. As atividades são desenvolvidas em pequenas propriedades da região e contam com as seguintes etapas:

1- Reunião para integração e treinamento dos agentes da pesquisa e da extensão rural pública;

2- Visita à propriedade para estudo da realidade local;

3- Coleta de teleóginas (fêmeas de *R. (B.) microplus* ingurgitadas);

4- Realização de testes *in vitro* sobre as teleóginas coletadas para aferir a eficácia dos carrapaticidas comerciais na propriedade e escolher o melhor produto;

5- Treinamento *in loco* do produtor para identificar a fase de desenvolvimento do carrapato mais adequada (fases mais jovens) para intervenção com o tratamento, bem como a forma correta da aplicação dos carrapaticidas;

6- Reforço na conscientização dos proprietários por meio de visitas periódicas (a cada quinze dias), com o objetivo de realçar a necessidade de tratamento somente dos animais parasitados.

7- Distribuição de folders explicativos ensinando de forma simples (dez passos, descritos a seguir) para realizar o controle seletivo do carrapato;

## Dez passos para fazer o controle seletivo do carrapato dos bovinos

### *Passo 1 – Conhecer o carrapato*

As fêmeas fixadas aos bovinos, após estarem repletas de sangue caem no solo. Iniciam a postura. Os ovos dão origem às larvas. Ao encontrar o animal elas se fixam e começam a alimentação. A fase parasitária (subida da larva no animal até se tornar adulto) dura em média 21 dias. As fêmeas caem e começam um novo ciclo.

### *Passo 2 – Selecionar o carrapaticida*

Tratamentos eficientes são realizados com produtos que funcionem. Para isso é preciso realizar teste de laboratório com diversos carrapaticidas para escolher o mais eficaz para o local. O carrapaticida que está funcionando no seu vizinho pode não funcionar na sua propriedade.

### *Passo 3 – Procurar informações sobre o carrapaticida*

Ler a bula. Nela estão informações essenciais sobre o carrapaticida, como o princípio ativo, a dosagem, as restrições às categorias as quais pode ser empregado e período de descarte do leite. Alguns são inclusive proibidos para uso em animais em lactação.

### *Passo 4 – Selecionar o animal e as formas jovens do carrapato*

A melhor época do controle é sobre as formas mais jovens dos carrapatos, mais sensíveis ao carrapaticida. Uma rápida olhada no animal durante a ordenha é suficiente para selecionar o animal a ser tratado: infestado com carrapatos nas formas mais jovens. Não tratar animal sem infestação.

### *Passo 5 – Ter cuidado na aplicação do carrapaticida*

O carrapaticida é veneno e deve ser manuseado como tal. O produto puro, antes de ser diluído em água é muito tóxico, chegando a ser mil vezes mais concentrado que a calda aplicada sobre o animal.

#### *Passo 6 – Aplicar o tratamento com cuidado e atenção*

Usar dose do carrapaticida correta. Não fazer a diluição diretamente no pulverizador. Fazer uma pré-diluição em balde menor. Usar bico leque. Os banhos devem ser a favor do vento, contra o pelo do animal, com atenção as partes preferidas dos carrapatos (entre as pernas, na base da cauda, na barbela, dentro da orelha e virilha) usando de três a cinco litros de calda por animal. Os animais obrigatoriamente devem estar contidos e não tomar chuva após os banhos (mínimo duas horas).

#### *Passo 7 – Fazer anotações*

Fazer anotações das datas de tratamento e dos animais que foram tratados, para não aplicar carrapaticida no mesmo animal em intervalos inferiores a 15 dias, evitando intoxicação dos bovinos e conhecer os animais de “sangue doce” para serem tratados de forma adequada.

#### *Passo 8 – Fazer inspeções*

A inspeção das vacas em lactação para verificar a infestação deve ser feita rotineiramente. Bezerros e gado seco devem ser avaliados, porém pode ser com menos frequência.

#### *Passo 9 – Manejar a resistência*

Anualmente ou quando se perceber acentuada diminuição do controle do carrapato deve-se avaliar a eficácia do carrapaticida realizando teste laboratorial a fim de conferir a eficiência do produto.

#### *Passo 10 – Respeitar o ambiente*

Os produtos carrapaticidas não devem alcançar os cursos de água, nem acumular-se sobre o solo, quer seja durante o seu uso, ou no descarte das embalagens vazias.

## RESULTADOS

Os resultados são apresentados em propriedades onde se realizou o Controle Seletivo com a presença de outros produtores e extensionistas rurais, convidados pelas Casas da Agricultura e pelos proprietários, os quais dão aval à metodologia e testemunham as vantagens e exeqüibilidade do controle.

Em propriedades onde são realizadas as avaliações com as contagens quinzenais dos carrapatos sobre os animais há redução média de 75% do uso de carrapaticidas, quando comparado ao controle convencional, praticado pelo produtor, antes do Controle Seletivo.

No entanto algumas dificuldades foram levantadas durante a realização das atividades para Controle Seletivo do carrapato:

1- Carrapaticidas para aplicação em animais em lactação sem eficácia  
Como já mencionado a região é cemitério de carrapaticidas e por isso não dispõe de muitos carrapaticidas com eficácia para controle do carrapato em animais em lactação. Em muitas propriedades é necessário utilizar carrapaticida que possui eficácia em torno de 70%, o que torna o trabalho mais complexo e os resultados positivos mais morosos.

### *2- Qualidade do tratamento*

Quando os tratamentos não são bem aplicados não se alcançam os resultados esperados, mesmo utilizando produto com 100% de eficácia em testes laboratoriais. Tratamentos feitos por pulverização (de forma correta) são mais efetivos que tratamentos Pour On (fio do lombo), pois propiciam maior contato do carrapato com o carrapaticida.

### *3- Infestação muito alta de larvas do carrapato na pastagem*

Constantemente os produtores reclamam que usam produto com eficácia, fazem tratamentos de forma adequada e os animais continuam encarrapitados. Geralmente nessa situação, a pastagens está muito infestada com larvas. O tratamento aplicado “mata” o carrapato dos animais, mas quando ele volta para o pasto é novamente infestado pelas larvas, o que resultará em nova infestação.

É necessária uma série de tratamentos para a redução das larvas na pastagem para os resultados aparecerem.

#### *4- Animais de “sangue doce”*

Alguns animais são mais sensíveis a carrapatos que outros e devem merecer atenção especial.

#### *5- Picos estacionais de infestação*

Geralmente no verão temperatura e umidade mais elevadas favorecem o desenvolvimento do carrapato. No outono com a diminuição do fotoperíodo (dias mais curtos) e diminuição das chuvas há queda natural da imunidade dos bovinos e redução das pastagens (quantidade e qualidade), provocando picos de infestação dos animais.

## REFERÊNCIAS

FARIA, J.C. Turismo Rural e Agricultura Familiar no Vale do Paraíba Paulista. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE TURISMO RURAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. AS POLÍTICAS PÚBLICAS E AÇÕES PRIVADAS PARA O TURISMO RURAL, 4, Joinville/SC. **Anais...** Joinville/SC, 2004.

GRISI, L.; LEITE, R.C.; MARTINS, J.R.S.; BARROS, A.T.M.; ANDRETTI, R.; CANÇADO, P.H.D.; LEÓN, A.A.P.; PEREIRA, J.B.; VILLELA, H.S. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.2, n. 23, p. 150–156, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014042>

HIGA, L.; GARCIA, M.; RODRIGUES, V.; BONATTE-JUNIOR, P.; BARRADAS-PIÑA, F.; BARROS, J.; ANDREOTTI, R. Effects of cypermethrin, chlorpyrifos and piperonyl butoxide-based pour-on and spray acaricides on controlling the tick *Rhipicephalus microplus*. **Systematic and Applied Acarology**, v. 24, n. 2, p. 278–286, 2019. <https://doi.org/10.11158/saa.24.2.10>

KESSLER, R. H.; SCHENK, M. A. M. **Carrapato, tristeza parasitaria e tripanossomose dos bovinos**. Campo Grande: EMBRAPA – CNPGC, 1998. 157p.

NERO, L.A.; MATTOS, M.R.; BELOTI, V.; BARROS, M.A.F.; NETTO, D.P.; FRANCO B.D.G.M. Organofosforados e carbamatos em leite produzido em quatro regiões leiteiras no Brasil: ocorrência e ação sobre *Listeriamonocytogenes* e *Salmonella spp.* **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, p. 201-204, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000100035>

PEREIRA, J.R. Eficácia *in vitro* de formulações comerciais de carrapaticidas em teleóginas de *Boophilus microplus* coletadas de bovinos leiteiros do Vale do Paraíba, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**. v.2, n.15, p. 45 -48, 2006.

PEREIRA, J.R. Eficácia de carrapaticidas para Controle do Carrapato dos Bovinos Leiteiros na Região do Vale do Paraíba. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 16, n. 1, 2019.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Instituto de Economia Agrícola. **Estatísticas da Produção Paulista**. Disponível em: [http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod\\_sis=1&idioma=1](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1).

SILVA, J.R.; COELHO, P.J.; BINI, D.L.C.; PINATTI.E; BUENO, C. F. R.; CASER, D.V.; GHOBRI, C.N. Valor da Produção Agropecuária Paulista Regional: Resultado Final 2018. **Análise e Indicadores do Agronegócio**, v. 14, n. 5, 2019. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14613>.

# RESULTADOS DE PESQUISA COM TOSQUIA PARA CONTROLE DO CARRAPATO E CONTROLE SELETIVO DO CARRAPATO EM DIFERENTES RAÇAS LEITEIRAS

**Cecília José Veríssimo**

<sup>1</sup>Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, Brasil.

**Mariana Fogale de Andrade**

<sup>1</sup>Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, Brasil.

**Luciana Morita Katiki**

<sup>1</sup>Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, Brasil.

## RESUMO

Apresentamos resultados de pesquisa com tosquia em todo o animal e sobre controle seletivo do carrapato *Rhipicephalus microplus*. Foi realizado um trabalho tosquiando completamente fêmeas da raça Holandês e verificar o impacto no controle de ectoparasitas. Animais de todas as categorias foram totalmente tosquiados, acompanhando-se a infestação de ectoparasitas por um período de 3 meses. Em experimento anterior, que utilizou uma tosquiadeira menor (Oster A5, lâmina 30, que deixou 1mm de camada de pelo sobre a pele) a tosquia teve um efeito anti carrapato. Ao contrário do que poderia se esperar, os resultados da tosquia total dos animais não foram promissores, com exceção da categoria novilhas, onde na primeira avaliação pós tosquia constatou-se menor infestação por carrapatos e berne. Isto aconteceu, provavelmente, devido ao rápido crescimento do pelo, pois a máquina de tosquia utilizada (máquina profissional) não tinha uma lâmina que cortava o pelo bem rente à pele, ao contrário do que aconteceu no experimento anterior. Quanto ao controle seletivo, observações feitas em um rebanho, com vários grupos raciais, mostraram que esta forma de controle, que seleciona os tratamentos carrapaticidas, deve ser indicada no controle do carrapato em animais mestiços e da raça Jersey, podendo também ser utilizado com sucesso na raça Holandesa, diminuindo a quantidade de carrapaticida, com economia ao sistema de produção, sem trazer problemas sanitários ao rebanho, mesmo que alguns ou muitos animais fiquem sem controle em cada avaliação.

**Palavras-chave:** bovinos leiteiros, carrapato, controle seletivo, tosquia.

## RESULTS WITH SHEARING FOR TICK CONTROL AND SELECTIVE TICK CONTROL IN DIFFERENT DAIRY BREEDS

### SUMMARY

Results of research with shearing the whole animal and about the selective control of the tick *Rhipicephalus microplus* are commented. Work was carried out on shearing completely Holstein females and verifying the impact on the control of ectoparasites. Animals of all categories were completely shorn, and we evaluate ectoparasite infestation for 3 months. In a previous experiment, which used a smaller clipper (Oster A5, blade 30, which left a 1mm layer of hair on the skin), the clipper had an anti-tick effect. Contrary to what might be expected, the results of the total shearing of the animals were not promising, with the exception of the heifers' category, where, in the first post-shearing evaluation, less infestations by ticks and botfly were found. This probably happened due to the rapid growth of the hair, as the shearing machine used (professional machine) did not have a blade that cut the hair close to the skin, unlike what happened in the previous experiment. As for selective control, observations made in a herd, with several racial groups, showed that this form of control, which selects acaricides treatments, must be performed in the control of ticks in crossbred and Jersey animals, and can also be used successfully in the Holstein breed, reducing the quantity of acaricide used in the herd, saving up the production system, without bringing health problems, even if some or many animals are not controlled in each evaluation.

**Keywords:** dairy cattle, selective control, shearing, tick.

## TOSQUIA E INFESTAÇÃO DE CARRAPATOS

Uma das pesquisas feitas e publicadas recentemente (VERÍSSIMO et al., 2019a), foi sobre os resultados positivos que tivemos sobre a tosquia e seu efeito na diminuição da infestação do carrapato. Muitas hipóteses foram colocadas, sendo, a principal, a modificação local no ambiente em que a larva se fixa na pele, aumentando a ventilação, a insolação, e a dessecação da larva, prejudicando também outros ínstares do carrapato. Neste experimento foi utilizada uma tosquiadeira Oster A5, com lâmina número 30, que cortava o pelo bem rente à pele, com efeito durante cerca de 60 dias. Entretanto, já havíamos visto que com uma lâmina número 10, houve diminuição, porém não significativa, com pouco tempo de duração (cerca de 30 dias), porque o pelo do animal cresce muito rapidamente.

Posteriormente, fizemos um experimento de campo, tosquiando totalmente animais leiteiros, de todas as idades. Neste ensaio de campo o resultado foi aquém do que esperávamos (VERÍSSIMO et al., 2019b), porque a tosquiadeira utilizada foi uma tosquiadeira profissional, indicada para equinos e bovinos (ClipMaster, Oster), cuja lâmina não cortava tão rente a pele, quanto a lâmina 30 utilizada no experimento anterior, havendo resultados promissores somente na categoria das novilhas.

Portanto, indicamos a tosquia em bovinos para diminuir a infestação, porém, esta deve ser feita com uma lâmina que corte o pelo o mais próximo à pele, como as lâminas Oster de número 30 ou 40. De modo que o produtor poderia estar fazendo esta prática naqueles animais muito peludos. Selecionar vacas de pelo curto e descartar aquelas muito peludas também seria indicado. É preciso lembrar que à medida em que o animal cresce, o pelo vai diminuindo em tamanho, e que os bovinos sofrem uma muda de verão, trocando totalmente a pelagem do inverno; esses pelos de verão são mais curtos, mais assentados e brilhantes, apropriados à estação do verão (VERÍSSIMO et al., 2019a), e a alimentação influi nessa muda de pelame: quanto melhor a alimentação, mais rápida será essa muda (YEATES, 1958).

## Controle seletivo do carrapato

Controle seletivo do carrapato é controlar o carrapato somente nos animais que estão com uma infestação importante de carrapatos (BRASIL, 2020). Sabe-se, desde há muitos anos (VILLARES, 1941), que bovinos de origem europeia são muito mais susceptíveis ao *Rhipicephalus microplus*, o carrapato do boi, do que os de origem zebuína, que convivem com este carrapato há milhares de anos. Animais mestiços serão mais ou menos resistentes conforme a composição genética que tiverem: quanto mais próximo do europeu, mais susceptíveis e quanto mais próximo do zebu, mais resistentes (LEMOS et al., 1985). Portanto, em um rebanho mestiço, encontramos animais muito resistentes, que não necessitam de controle, e outros susceptíveis que precisam de controle. A maior parte dos trabalhos de pesquisa com utilização do controle seletivo já publicados apresentam como limiar de controle o número de 20 carrapatos maiores que 4 mm em um dos lados do animal, a partir do qual haveria necessidade de controle (VERÍSSIMO E KATIKI, 2019).

Implementamos o controle seletivo na fazenda do Instituto de Zootecnia, com cerca de 300 bovinos, cerca da metade da raça Holandês, alguns mestiços (Europeu x Zebu) de grau de sangue indefinido, outros meio sangue (Holandês x Gir) e alguns puros da raça Jersey. Desde o ano de 2016 vimos implementando o controle seletivo na propriedade, no início com muito medo que a população de carrapatos explodisse e saísse do controle; no entanto, obtivemos sucesso, a ponto deste controle ser implementado como rotina na propriedade. Andrade (2020) acompanhou 9 avaliações consecutivas desse controle, com limiar de 8 ou mais carrapatos maiores que 4 mm no terço anterior (cabeça, pescoço, ombro, barbela, membro anterior, axila) em um dos lados do animal para controle. Neste trabalho, vacas mestiças meio sangue (filhas do primeiro cruzamento entre vacas Holandesas e touro Gir) quase não necessitaram de carrapaticida, por ter, sempre que avaliadas, pouquíssimos carrapatos; a diminuição no uso do produto foi da ordem de 90% nestes animais, ou seja, raramente, algum animal deste grupo genético, tinha mais que 8 carrapatos no terço anterior. Animais mestiços de outros graus de sangue e da raça Jersey também foram favorecidos com esta forma de controle, ficando mais de 70% destes animais sem aplicação de carrapaticida. Mesmo na raça Holandesa, extremamente susceptível ao carrapato, foi possível deixar em torno de 40% dos

animais sem carrapaticida, a cada avaliação, levando a uma grande economia para o sistema de produção, sem prejuízo à saúde dos animais (ANDRADE, 2020). Acreditamos que o fator importante para a infestação não sair de controle foi o intervalo entre as aplicações, em torno de 21 dias. O produto escolhido para ser utilizado foi base de flumetrina (Bayticol® *Pour on*), que já vinha sendo usado na propriedade, em todos os animais, a cada 21 dias, pela facilidade do uso, e, principalmente, porque não deixa resíduo no leite, e podia ser utilizado em vacas lactantes. Uma vez que não se usa o carrapaticida em todos os animais, diminuiu-se a pressão de seleção do carrapaticida sobre o carrapato, possibilitando que carrapatos sem contato com o produto sobrevivam (população refugia), permanecendo genes de susceptibilidade ao produto em questão (BRASIL, 2020). O produto Bayticol® tem sido utilizado desde 2016, com a prática do controle seletivo, e vem sendo utilizado no rebanho até hoje, em 2020.

Concluimos que o controle seletivo do carrapato em rebanho leiteiro com diferentes grupos genéticos possibilitou que, a cada avaliação, feita em torno dos 21 dias, animais ficassem sem tratamento carrapaticida, sendo maior a proporção de bovinos sem aplicação quanto maior a porcentagem da genética zebuína.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. F. **Controle seletivo de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* em bovinos leiteiros de diferentes grupos genéticos**. Dissertação (mestrado) – Instituto de Zootecnia. APTA/SAA, Nova Odessa, SP, 2020, 50p. <http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1605104906.pdf>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. **Avaliação seletiva de bovinos para o controle do carrapato *Rhipicephalus microplus***. Brasília: MAPA, 2020. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/arquivos-publicacoes-bem-estar-animal/CARRAPATOS2.pdf>

LEMOS, A.M.; OLIVEIRA, G.P. Causes of variation of field burdens of cattle ticks (*B. microplus*). **Revista Brasileira de Genética**, v.8, n.2, p. 361-375, 1985.

VERÍSSIMO, C.J.; ANDRADE, M.F.; GUTMANIS, G.; FIORIN, C.F.C.; BALBINO, D.R.; MIRANDA, M.S.; AZEVEDO, B.T.; RIBEIRO, J.C.; LUCIANI, G.F.; KATIKI, L.M.; TOLEDO, L.M.; VERCESI FILHO, A.; RIBEIRO, E.G.; GIGLIOTI, R. Impact of shearin on ectoparasites in Holstein cattle. In: WAAVP, Madison, WI, USA, 2019b, **Resume PS02.73**, p.271.

VERÍSSIMO, C.J.; GIGLIOTI, R.; D'AGOSTINO, S.M.; TOLEDO, L.M.; KATIKI, L.M.; DUARTE, K.M.R.; SANTOS, I.K.F.M. Cattle herd shearing can hel to control *Rhipicephalus microplus* ticks. **Experimental and Applied Acarology**, 79: 99-106, 2019a. <https://doi.org/10.1007/s10493-019-00413-0>

VERÍSSIMO, C.J.; KATIKI, L.M. Controle seletivo do carrapato em gado leiteiro e gado de corte. In: Veríssimo, C.J. **Carrapaticidas: toxicologia, resíduos e alternativas**. Instituto de Zootecnia: Nova Odessa, SP, p. 36-49, 2019. <http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1573696102.pdf>

VILLARES, J.B. Climatologia zootécnica III. Contribuição ao estudo da resistência e suscetibilidade genética dos bovinos ao *Boophilus microplus*. **Boletim de Indústria Animal**, v.4, p.60-79, 1941.

YEATES, N.T.M. Observation on the role of nutrition in coat shedding in cattle. **Journal Agricultural Science**, London, v.50, n.1, p110-114, 1958. <https://doi.org/10.1017/S0021859600029956>

# CONTROLE ALTERNATIVO DO CARRAPATO DO BOI NO MÉXICO

**J.A. Rosado-Aguilar \***

\*palestrante

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Yucatan, Merida, México.

**R.I. Rodríguez-Vivas**

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Yucatan, Merida, México.

**M.E. Bolio-González**

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Yucatan, Merida, México.

**E.J. Gutiérrez-Ruiz**

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Yucatan, Merida, México.

**G.J. Flota-Burgos**

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Yucatan, Merida, México.

## RESUMO

No México, já foram registradas 82 espécies de carrapatos, tanto em animais silvestres como em domésticos, sendo *Rhipicephalus microplus*, a que maior impacto traz para a pecuária bovina, devido a sua ampla distribuição nas regiões tropicais e subtropicais, bem como aos danos econômicos (diminuição dos parâmetros produtivos dos animais e os custos de controle), problemas com a resistência aos carrapaticidas e às doenças que ele transmite (*Babesia bovis*, *B. bigemina* e *Anaplasma marginale*). No México, o controle de *R. microplus* se baseia principalmente no uso de carrapaticidas; entretanto, o seu uso indiscriminado propiciou o aparecimento de carrapatos resistentes aos principais grupos de carrapaticida em uso. Por causa disso, foi necessário o desenvolvimento de alternativas de controle, incluindo o emprego de práticas de manejo nos animais, seleção de raças de bovinos resistentes aos carrapatos, manejo de pastagem, uso de extratos de plantas, controle biológico e uso de vacina contra carrapato. Sem dúvida, o método mais promissor para reduzir as populações de carrapatos é o manejo integral de carrapatos (MIC). O MIC consiste na combinação de pelo menos duas ferramentas de controle a fim de reduzir populações de carrapatos resistentes a carrapaticidas, sem prejudicar o desempenho dos animais.

**Palavras-chave:** carrapato, controle, manejo integrado

# CONTROL ALTERNATIVO DE LA GARRAPATA DEL BOVINO EN MÉXICO

## RESUMEN

En México se han registrado 82 especies de garrapatas tanto en animales silvestres como domésticos siendo *Rhipicephalus microplus* la que mayor impacto tiene en la ganadería bovina debido a su amplia distribución en regiones tropicales y subtropicales, a los daños económicos (disminución de los parámetros productivos de los animales y los costos de control), a los problemas de resistencia a ixodicidas, y a las enfermedades que trasmite (*Babesia bovis*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale*). En México, el control de *R. microplus* se basa principalmente en el uso de ixodicidas; sin embargo, su uso irracional ha propiciado la aparición de garrapatas resistentes a las principales familias de ixodicidas. Esto hace necesario el desarrollo de

alternativas de control, incluyendo el empleo de prácticas de manejo en los animales, selección de razas de bovinos resistentes a las garrapatas, manejo de pastizales, uso de extractos de plantas, control biológico y vacunación. Sin embargo, el método más promisorio para reducir las poblaciones de garrapatas, es el manejo integral de garrapatas (MIG). El MIG consiste en la apropiada combinación de al menos dos herramientas de control para romper el equilibrio de poblaciones con alta proporción de individuos genéticamente resistentes, manteniendo un adecuado nivel de producción en los animales.

**Palabras clave:** control, garrapata, manejo integral

## **ALTERNATIVE CONTROL OF BOVINE TICKS IN MEXICO**

### **SUMMARY**

In Mexico, 82 species of ticks have been recorded in both wild and domestic animals. *Rhipicephalus microplus* has the greatest impact on cattle farming due to its wide distribution in tropical and subtropical regions, to economic damages (decrease in production parameters of animals and treatment costs), problems of resistance to ixodicides, and diseases transmitted (*Babesia bovis*, *B. bigemina* and *Anaplasma marginale*). In Mexico, the control of *R. microplus* is based mainly on the use of ixodicides; however, its irrational use has led to the emergence of ticks resistant to the main families of ixodicides. This makes it necessary to develop control alternatives, including the use of animal husbandry practices, selection of cattle breeds resistant to ticks, management of pastures, use of plant extracts, biological control and vaccination. However, the most promising method to reduce tick populations is the integral management of ticks (IMT). The IMT consists of the appropriate combination of at least two control tools to break the balance of populations with a high proportion of genetically resistant individuals, maintaining an adequate level of production in the animals.

**Keywords:** control, integral management, tick

## INTRODUCCIÓN

En México se han registrado 82 especies de garrapatas tanto en animales silvestres como domésticos siendo *Rhipicephalus microplus* la que mayor impacto tiene en la ganadería bovina debido a su amplia distribución en regiones tropicales y subtropicales, a los daños económicos (disminución de los parámetros productivos de los animales y los costos de control), a los problemas de resistencia a ixodicidas, y a las enfermedades que trasmite (*Babesia bovis*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale*) (Rodríguez-Vivas et al., 2017). El control de *R. microplus* se basa principalmente en el uso de ixodicidas; sin embargo, su uso irracional ha propiciado la aparición de garrapatas resistentes a las principales familias de ixodicidas. Esto hace necesario el desarrollo de alternativas de control, incluyendo el empleo de prácticas de manejo en los animales, selección de razas de bovinos resistentes a las garrapatas, manejo de pastizales, uso de extractos de plantas, control biológico y vacunación (vacuna anti-garrapata). Sin embargo, el método más promisorio para reducir las poblaciones de garrapatas, es el manejo integral de garrapatas (MIG). El MIG consiste en la apropiada combinación de al menos dos herramientas de control para romper el equilibrio de poblaciones con alta proporción de individuos genéticamente resistentes, manteniendo un adecuado nivel de producción en los animales (Rodríguez-Vivas et al., 2018). El objetivo del presente resumen es presentar una revisión actualizada del uso de alternativas de control y estrategias de manejo integral para el control de *R. microplus* en la ganadería bovina de México.

**Selección de razas de bovinos resistentes a *R. microplus*.** Las razas *Bos indicus* son más resistentes a las garrapatas que las razas *B. taurus*. Jonsson (2006) menciona que en ganado *B. indicus* presenta del 10 al 20% menos garrapatas que el ganado *B. taurus*. El uso de ganado resistente a las garrapatas se puede lograr por la selección de animales que presenten menos garrapatas, y su posterior cruzamiento con otros animales con la misma característica, así como introducir sangre cebú en el hato (Rodríguez-Vivas et al., 2005). En México, Rodríguez-Acosta et al. (2005) estudiaron el rol de algunas regiones de antígenos de linfocitos bovinos sobre la resistencia o susceptibilidad a infestaciones de *R. microplus* en dos diferentes razas de bovinos, y reportaron

la presencia de genes asociados al nivel de infestación basado en el polimorfismo de microsatélites de clase II. Esta metodología puede ayudar en la selección de razas o genotipos de bovinos resistentes a *R. microplus* con la finalidad de disminuir el uso de químicos y/o mejorar el uso de nuevas alternativas de control mediante tratamientos selectivos (a los animales susceptibles) dentro de un manejo integral de garrapatas.

**La composición y tipo de vegetación.** Tiene un efecto directo en la sobrevivencia de las garrapatas repletas, huevos y larvas. Las praderas con alta vegetación y arbustos proporcionan a las garrapatas un hábitat ideal para su desarrollo (Rodríguez-Vivas et al. 2005). Existen leguminosas con capacidad para atrapar larvas, mediante pelos y secreciones glandulares viscosas presentes en sus hojas y que tienen la capacidad de inmovilizar entre un 12-27 % de larvas de *R. microplus* (Wilson et al. 1989). En México, se ha evaluado el efecto de las gramíneas forrajeras: *Melinis minutiflora* y *Andropogon gayanus*, las cuales poseen la capacidad de repeler, atrapar u obstaculizar a las garrapatas que buscan hospedero; siendo la primera más eficaz para su control; este tipo de plantas, cultivadas en potreros estratégicamente utilizados, puede reducir el riesgo del encuentro garrapata-bovino y así contribuir a disminuir el uso de ixodicidas (Cruz- Vazquez y Fernandez-Ruvalcaba 2000, Fernandez-Ruvalcaba et al. 2004).

**Rotación, descanso y quema de praderas.** El manejo de praderas se usa para interrumpir el ciclo de vida de las garrapatas (Abbas et al., 2014). En el trópico mexicano se sugiere que los bovinos no pastoreen praderas del día 32 al 40, días de descanso donde existen altas infestaciones de larvas *R. microplus*. Se espera que antes del día 32 de descanso no han emergido larvas y después de los 40 días las larvas emergidas se han expuesto a las condiciones de campo desfavorables (altas temperaturas, radiación solar, desecación, etc.) lo que conducirá a pastorear praderas con bajas infestaciones de garrapatas. La quema de pastizales es una estrategia que ha sido utilizada para controlar garrapatas en muchos países como Australia, Sudáfrica, Zambia, Estados Unidos y México (Abbas et al., 2014). El fuego afecta directamente a las garrapatas debido a la exposición de larvas, hembras adultas y huevos a altas temperaturas. Indirectamente tiene un efecto por la destrucción de la capa de vegetación que sirve de protección a las garrapatas (Rodríguez-Vivas et al., 2014b). Aunque esta

medida no es recomendable desde el punto de vista nutricional, en ranchos donde la infestación es masiva es una buena alternativa de control.

**Extractos y aceites esenciales vegetales para el control de *R. microplus*.** En México, Martínez-Velázquez et al. (2011a) reportaron 100 % de eficacia para el control de larvas usando aceites esenciales extraído de *Cuminum cyminum* y *Pimenta dioica*. Martínez-Velázquez et al. (2011b) estudiaron el efecto acaricida de aceites esenciales de hojas de orégano (*Lippia graveolens*), hojas de romero (*Rosmarinus officinalis*) y bulbos de ajo (*Allium sativum*) encontrando eficacias de 85 a 100 % contra larvas de *R. microplus*. Asimismo, Fernández-Salas et al. (2011) reportaron que cuatro plantas tropicales ricas en taninos fueron eficaces en el control de larvas de *R. microplus* y confirmaron la participación de los taninos en el efecto ixodicidas mediante el uso de inhibidores específicos. En estudios realizados con plantas de Yucatán, México, se evaluaron (10% de concentración) mediante la técnica de inmersión larval (TIL) extractos crudos metanólicos de *Petiveria alliacea*, *Havardia albicans*, *Caesalpinia gaumeri*, *Diospyros anisandra*, *Capraria biflora*, *Solanum tridynamum*, *Solanum erianthum*, *Bursera simaruba*, *Casearia corymbosa* y *Ocimum micranthum* presentando eficacias mayores al 86% contra larvas de *Rhipicephalus microplus* resistentes a ixodicidas (Rosado-Aguilar et al., 2010a). Las 10 plantas fueron colectadas en época de secas y lluvias, evaluándolas contra larvas y adultas (prueba de inmersión) de *R. microplus* a diferentes concentraciones (20, 10, 5 y 2.5%) obteniendo CL50 de 1.1-60.9% para larvas; mortalidad para adultas de 0-86.6%, inhibición de oviposición (IO) de 1.3-91% e inhibición de eclosión de 0-93%. El tallo de *P. alliacea* de la colecta de secas fue el extracto que obtuvo mayor eficacia, por lo cual se le realizaron procesos de purificación y por cromatografía de gases y espectrometría de masas en la fracción activa se identificaron bencil trisulfuro (BTS), bencil disulfuro (BDS), metil éster de ácido hexadecanoico, metil éster de ácido octadecanoico, metil éster de ácido octadecadienoico y cis-estilbeno (Rosado-Aguilar et al., 2010b). Estos compuestos fueron evaluados (1% de concentración) contra larvas y adultas *R. microplus* de forma individual, así como 57 combinaciones. Individualmente no produjeron efecto sobre larvas (<3%); sin embargo, al realizar las mezclas de los compuestos teniendo como base BTS y BDS, se observó una sinergia y eficacias hasta del 100% en larvas y >92% en IO de adultas (Arceo-

Medina et al., 2016). Hasta la fecha, el uso de extractos de plantas para el control de *R. microplus* en México ha tenido resultados importantes; sin embargo, es necesario estudiar algunos aspectos relacionados con la variación de los metabolitos secundarios en las plantas a través del año, aislar y evaluar los metabolitos activos, así como realizar estudios in vivo (Rosado-Aguilar et al., 2017).

**Control biológico.** Los agentes biológicos que potencialmente pueden ser usados para el control de garrapatas se clasifican en hongos entomopatógenos (*Metarhizium* sp; *Beauveria* sp), bacterias (*Cedecea lapagei*, *Escherichia coli* y *Enterobacter agglomerans*), nematodos entomopatógenos (Heterorhabditidae y Steinernematidae) y hormigas reguladoras (*Solenopsis germinata*, *S. saevissima*, *Camponotus rengira* y *Ectatomma quadridens*) (Ojeda-Chi et al., 2011). Todos estos agentes afectan principalmente los estadios de vida libre de las garrapatas (Fernandes et al., 2012). Los hongos entomopatógenos que han sido evaluados para el control de *R. microplus* son principalmente *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* (Ojeda-Chi et al., 2011). Pruebas de laboratorio y evaluaciones de campo de *M. anisopliae* para el control de *R. microplus* han sido documentadas en México. Fernández et al. (2005) encontraron una cepa *M. anisopliae* altamente efectiva que eliminó el 100% de hembras engurgitadas, resistentes y susceptibles a los acaricidas, con una concentración de conidios/ml de  $1 \times 10^8$ . En Yucatán Ojeda-Chi et al. (2010) probaron el efecto de dos cepas de *M. anisopliae* para controlar *R. microplus* en condiciones de laboratorio y campo (larvas sobre vegetación). Las eficacias en condiciones de laboratorio a  $1 \times 10^8$  Ma34 y Ma14 para larvas y adultos fueron de 45–100 y 100%, respectivamente. La eficacia de *M. anisopliae* para controlar larvas de *R. microplus* en vegetación varió de 68 a 100%. En otro estudio la eficacia general de *M. anisopliae* para controlar *R. microplus* in vitro e in vivo (en animales y en la vegetación) fue de 50–100% y 36–90%, respectivamente (Ojeda-Chi et al., 2011). Alonso-Díaz et al. (2007a) reportaron 40-90% de eficacia de *M. anisopliae* en el control de *R. microplus* en bovinos infestados naturalmente; este último trabajo in vivo se basó en el conocimiento de la dinámica poblacional de la garrapata en estudios previos (Alonso-Díaz et al., 2007b) y el hongo se aplicó un mes antes de que se presentará el pico poblacional en la zona centro de Veracruz. Estos resultados

demuestran que *M. anisopliae* fue eficaz en el control de garrapatas *in vitro*, en campo e *in vivo* y se puede emplear en combinación con otros métodos de control para reducir el número de aplicaciones de ixodicidas, permitir alargar la vida útil de los ixodicidas y aumentar la eficacia en el control.

**Uso de vacunas.** En América Latina se encuentra disponible de manera comercial una vacuna contra *R. microplus* denominada Gavac®, y actualmente de una vacuna de origen mexicana llamada Bovimune Ixovac® (Rodríguez-Vivas et al., 2018). Las vacunas contienen el antígeno Bm86, el cual está presente en todas las fases de la garrapata, afectando más a la fase adulta. La vacunación de bovinos con el antígeno Bm86 se ha observado que produce reducciones del 50-90% de la capacidad reproductiva de *R. microplus*, 20-30% del número de garrapatas repletas, 30% del peso de las garrapatas y 60-80% del peso de los huevos, pero no produce mortalidad (De la Fuente et al., 2007).

**Manejo integral de garrapatas (MIG).** A pesar de que en México se ha documentado la presencia de cepas de garrapatas resistentes y/o multiresistentes a los principales ixodicidas, algunos estudios indican que los índices de resistencia encontrados en ranchos aún permiten el uso estratégico de algunas de estas moléculas bajo un esquema de manejo integrado de garrapatas donde se utilicen ixodicidas (con base en diagnósticos de resistencia-susceptibilidad) con menor frecuencia. Los organofosforados han sido usados por muchos años para el control de garrapatas en México, el problema de la resistencia con esta familia es todavía manejable, principalmente con el uso del coumafos y clorfenvinfos (prevalencias < 50%) (Rodríguez-Vivas et al., 2006). En cuanto al uso de amitraz, se han realizado estudios en el sureste de México y en la zona centro de Veracruz que sugieren que la resistencia que presenta *R. microplus* a la molécula puede ser manejable ya que se han reportado índices de resistencia bajos (IR: 2-23) (Rosado-Aguilar et al., 2008; Fernández-Salas, 2011). El aumento de poblaciones de garrapatas resistentes a ixodicidas crea la necesidad de implementar medidas basadas en el control integrado; sin embargo, este control debe ser una combinación de herramientas basado en el uso de moléculas eficaces y el conocimiento de las dinámicas poblacionales. Ortiz-Estrada (2007) reporta que, en un estudio realizado en un rancho de Tecolutla, Veracruz, México altamente infestado con garrapatas, utilizaron durante 8 meses la combinación de fluazuron, ivermectina y amitraz para el

control de *R. microplus*. Los resultados de este estudio permiten incorporar al fluazuron en los programas integrados de control de garrapatas, teniendo como efecto la reducción del número de garrapatas en el rancho y la reducción sustancial en el número de baños con ixodicidas (60-80%).

En México la combinación de la vacuna Gavac® e ixodicidas para el control de *R. microplus* ha sido usado con buenos resultados. Redondo *et al.* (2004) en condiciones de campo lograron casi el 100% de control de poblaciones *R. microplus* resistentes a PS, cuando se utilizó la vacuna Gavac® en combinación con tratamientos de Am. Asimismo, de la Fuente *et al.* (2007) reportan un rancho donde se usó este CIG durante 10 años y se logró reducir los tratamientos ixodicidas de 24 a 7-8 por año y reducir el número de garrapatas adultas promedio de 100 a 20 por animal.

Existen muchos trabajos que demuestran que el MIG es la mejor opción para aumentar la capacidad productiva de los animales; sin embargo, los parásitos internos y externos de los rumiantes se presentan en condiciones naturales de forma simultánea, por lo cual es necesario el control integrado de ambas clases de parásitos. El reto principal que existe a nivel mundial y en especial en México es el uso eficiente de un programa integrado de parásitos en la ganadería (al menos que controle garrapatas, nematodos gastrointestinales y moscas hematófagas) mediante la implementación de diferentes estrategias de control químico y no químico (Rodríguez-Vivas *et al.* 2014b).

En la Figura 1 se presenta un esquema de MIG (*R. microplus*) propuesto para la ganadería bovina de la península de Yucatán. En el esquema se propone aplicar ixodicidas (amitraz o un organofosforado) en los meses de abril y mayo. En el mes de junio se propone aplicar un organofosforado o piretroide para el control de garrapatas y simultáneamente para controlar moscas hematófagas lo que coincide con el inicio del período de lluvias y el aumento en el número de los dípteros hematófagos. En los meses de julio y octubre se propone aplicar una LM de corta acción (1% de concentración), con la intención de controlar simultáneamente garrapatas y nematodos gastrointestinales; meses donde se han encontrado las más altas poblaciones de nematodos gastrointestinales de los géneros *Haemonchus* y *Trichostrongylus* en bovinos de la península de Yucatán, México (Domínguez-Alpizar *et al.* 1993). Es recomendable que en el mes de julio se aplique preferentemente moxidectina ya que en este mes del año

es cuando existe una alta población de escarabajos estercoleros en Yucatán (Basto-Estella et al. 2011) y se ha observado que esta LM presenta pocos o nulos efectos contra estos insectos cuando es eliminado en las heces de los bovinos tratados. De septiembre a noviembre se propone aplicar cada 15 días el hongo *M. anisopliae* en praderas con altas infestaciones de garrapatas según la metodología propuesta por Ojeda-Chi et al. (2010). Asimismo, en el mes de diciembre cuando las cargas parasitarias de garrapatas se encuentran bajas en los bovinos (<30 garrapatas *R. microplus* adultas por animal) se recomienda el uso del fluazurón o el inicio de la aplicación de la vacuna Bovimune Ixovac. El esquema de vacunación con Bovimune Ixovac en México recomendado por el fabricante es la aplicación de una dosis los días 0, 28, 49 y 180 para posteriormente revacunar cada 6 meses. Con este esquema propuesto se pretende reducir el número de aplicaciones de productos químicos para el control de parásitos, retardar la selección de poblaciones de garrapatas, moscas y nematodos gastrointestinales resistentes a los antiparasitarios, así como reducir los riesgos sobre la salud humana y ambiental.

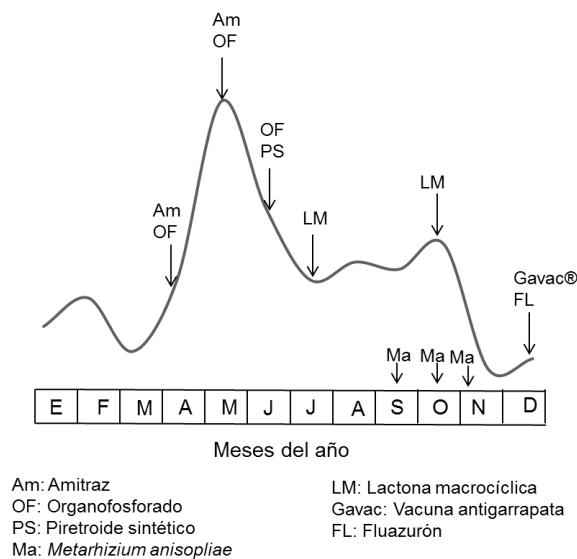


Figura 1. Representación esquemática de manejo integral de garrapatas (*Rhipicephalus microplus*) propuesto para bovinos de la península de Yucatán, México (Rodríguez-Vivas et al., 2014).

## REFERENCIAS

ABBAS, R.Z.; ZAMAN, M.A.; COLWELL, D.D.; GILLEARD, J.; IQBAL, Z. Acaricide resistance in cattle ticks and approaches to its management: the state of play. **Veterinary parasitology**, v.203, p.6–20, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.03.006>

ALONSO-DÍAZ, M.A.; GARCÍA, L.; GALINDO-VELASCO E.; LEZAMA-GUTIÉRREZ, R. ANGEL-SAHAGÚN, C.; RODRÍGUEZ-VIVAS, R.I.; FRAGOSO-SÁNCHEZ H. Evaluation of *Metarhizium anisopliae* (Hyphomycetes) for the control of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) on naturally infested cattle in the Mexican tropics. **Veterinary parasitology**, v.147, p.336–340, 2007a. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.03.030>

ALONSO-DÍAZ, M.A.; LÓPEZ SILVA, B.J.; LEME DE MAGALHÃES LABARTHE, A.C.; RODRÍGUEZ VIVAS, R.I. Infestación natural de hembras de *Boophilus microplus* Canestrini, 1887 (Acari: Ixodidae) en dos genotipos de bovinos en el trópico húmedo de Veracruz, México. **Veterinaria México**, v.38, p.503-509, 2007b.

ARCEO-MEDINA, G.N.; ROSADO-AGUILAR, J.A.; RODRIGUEZ-VIVAS, R.I.; BORGES-ARGAEZ, R. Synergistic and antagonistic action of fatty acids, sulphides and stilbene against acaricide-resistant *Rhipicephalus microplus* ticks. **Veterinary parasitology**, v.228, p.121–125, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.08.023>

BASTO-ESTRELLA, G.S.; RODRIGUEZ-VIVAS, R.I.; DEL\_N-GONZALEZ, H.; REYES-NOVELO E. Escarabajos estercoleros (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) de ranchos ganaderos de Yucatán, México. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v.83, p.380-386, 2011. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2012.2.943>

CRUZ-VAZQUEZ, C.; FERNANDEZ-RUVALCABA, M. Anti-tick repellent effect of *Andropogon gayanus* grass on plots of different ages experimentally infested with *Boophilus microplus* larvae. **Parasitología al día**, v.248, p.3-4, 2000. <https://doi.org/10.4067/S0716-07202000000300003>

DOMÍNGUEZ, J.; RODRÍGUEZ, V.R.I.; HONHOLD, N. Epizootiología de los parásitos gastrointestinales en bovinos del estado de Yucatán. **Veterinaria México**, v.24, n.3, p.189-193, 1993.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Integrated control programs for ticks on cattle: an examination of some possible components**. FAO, 2005. p.43-61.

FERNANDEZ, M.; ZHIOUA, E.; GARCÍA, Z. Infectividad de *Metarhizium anisopliae* en contra de cepas de garrapatas *Boophilus microplus* sensibles y resistentes a los organofosforados. **Técnica Pecuaria en México**, v.43, n.3, p.433–440, 2005.

FERNANDEZ-RUVALCABA, M.; PRECIADO-DE LA TORRE, F.; CRUZ-VAZQUEZ, C.; GARCIA-VAZQUEZ, Z. Anti-tick effects of *Melinis minutiflora* and *Andropogon gayanus* grasses on plots experimentally infested with *Boophilus microplus* larvae. **Experimental and Applied Acarology**, v.32, p.293-299, 2004. <https://doi.org/10.1023/B:APPA.0000023233.63268.cc>

FERNANDEZ-SALAS, A.; ALONSO-DÍAZ, M.A.; ACOSTA-RODRÍGUEZ, R., TORRES-ACOSTA, J.F.J.; SANDOVAL-CASTRO, C.A.; RODRIGUEZ-VIVAS, R.I. In vitro acaricidal effect of tannin-rich plants against the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). **Veterinary parasitology**, v.175, p.113–118, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.09.016>

FUENTE, J.; ALMAZAN, C. CANALES, M.; PEREZ DE LA LASTRA, J.M.; KOCAN, K.M.; WILLADSEN, P. A ten-year review of commercial vaccine performance for control of tick infestations on cattle. **Animal health research reviews**, v.8, n.1, p.23–28, 2007. <https://doi.org/10.1017/S1466252307001193>

JONSSON, N. The productivity effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on cattle, with particular reference to *Bos indicus* cattle and their crosses. **Veterinary Parasitology**, v.137, p.1-10, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.01.010>

MARTINEZ-VELAZQUEZ. M.; CASTILLO-HERRERA, G.A.; ROSARIO-CRUZ, R. FLORES-FERNANDEZ, J.M.; LÓPEZ-RAMIREZ, J.; HERNANDEZ-GUTIERREZ, R.; LUGO-CERVANTES, E.C. Acaricidal effect and chemical composition of essential oils extracted from *Cuminum cyminum*, *Pimenta dioica* and *Ocimum basilicum* against the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, v.108, n.2, p.481-487, 2011a. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-2069-6>

MARTINEZ-VELAZQUEZ, M.; ROSARIO-CRUZ, R.; CASTILLO-HERRERA, G.; FLORES-FERNANDEZ, J.M.; ALVAREZ, A.H.; LUGO-CERVANTES, E. Acaricidal effect of essential oils from *Lippia graveolens* (Lamiales: Verbenaceae), *Rosmarinus officinalis* (Lamiales: Lamiaceae), and *Allium sativum* (Liliales: Liliaceae) against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). **Journal of Medical Entomology**, v.48, n.4, p.822-827, 2011b. <https://doi.org/10.1603/ME10140>

OJEDA-CHI, M.M.; RODRIGUEZ-VIVAS, R.I.; GALINDO-VELASCO, E. LEZAMA-GUTIERREZ, R. Laboratory and field evaluation of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for the control of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) in the Mexican tropics. **Veterinary parasitology**, v.170, p.348–354, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.02.022>

OJEDA-CHI, M.M.; RODRIGUEZ-VIVAS, R.I.; GALINDO-VELASCO, E.; LEZAMA-GUTIÉRREZ, R.; CRUZ-VAZQUEZ, C. Control de *Rhipicephalus microplus* (Acari: ixodidae) mediante el uso del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Hipocreales: Clavicipitaceae). **Revista mexicana de ciencias pecuárias**, v.2, n.2, p.177–192, 2011.

ORTIZ-ESTRADA, M. **Simposio Internacional:** garrapatas, babesiosis y anaplasmosis, 2007. p.180-187.

REDONDO, M.; FRAGOSO, H.; MONTERO, C.; LONA, J.; MEDELLIN, J.A.; FRIA, R.; HERNANDEZ, V.; FRANCO, R.; MACHADO, H.; RODRIGUEZ, M.; DE LA FUENTE, J. Integrated control of acaricide-resistant *Boophilus microplus* populations on grazing cattle in Mexico using vaccination with Gavac and amidine treatments. **Experimental and Applied Acarology**, v.23, p.841-849, 2004. <https://doi.org/10.1023/A:1015925616490>

RODRIGUEZ-VIVAS, R.I.; GRISI, L.; PÉREZ DE LEÓN, A.A.; SILVA VILLELA, H.; TORRES-ACOSTA, J.F.J.; FRAGOSO SÁNCHEZ, H.; ROMERO SALAS, D.; ROSARIO CRUZ, R.; SALDIERNA, F.; GARCÍA-CARRASCO, D. Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico Review. **Revista mexicana de ciencias pecuarias**, v.8, n.1, p.61-74, 2017. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4305>

RODRIGUEZ-VIVAS, R.I.; JONSSON, N.N.; BHUSHAN, C. Strategies for the control of *Rhipicephalus microplus* ticks in a world of conventional acaricide and macrocyclic lactone resistance. **Parasitology research**, v.117, n.1, p.3-29, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5677-6>

RODRIGUEZ-VIVAS, R.I.; PEREZ-COGOLLO, L.C.; ROSADO-AGUILAR, J.A.; OJEDA-CHI, M.M.; TRINIDAD-MARTINEZ, I.; MILLER, R.J.; LI, A.Y.; PEREZ DE LEON, A.A.; GUERRERO, F.D.; KLAFKE, G.M. *Rhipicephalus microplus* resistant to acaricides and ivermectin in cattle farms of Mexico. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.23, n.2, p.113-122, 2014a. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014044>

RODRÍGUEZ-VIVAS, R.I.; QUIÑONES, A.F.; FRAGOSO, S.H. Epidemiología y control de la garrapata *Boophilus* en México. In: RODRÍGUEZ-VIVAS, R.I. **Enfermedades de importancia económica en producción animal**. México D.F.: McGraw-Hill-UADY, 2005. p. 571-592.

RODRÍGUEZ-VIVAS, R.I.; RODRÍGUEZ-AREVALO, F.; ALONSO-DÍAZ, M.A.; FRAGOSO-SÁNCHEZ, H. SANTAMARÍA, V.M.; ROSARIO-CRUZ, R. Amitraz resistance in *Boophilus microplus* ticks in cattle farms from the state of Yucatan, Mexico: Potential risk factors. **Preventive Veterinary Medicine**, v.75, p.280-286, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2006.04.001>

RODRIGUEZ-VIVAS, R.I.; ROSADO-AGUILAR, J.A.; OJEDA-CHI, M.M.; PÉREZ-COGOLLO, L.C.; TRINIDAD-MARTÍNEZ, I.; BOLIO-GONZÁLEZ, M.E. Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. **Ecosistemas y recursos agropecuarios**, v.1, n.3, p.295-308, 2014b.

ROSADO-AGUILAR, J.A.; AGUILAR-CABALLERO, A.J.; RODRÍGUEZ-VIVAS, R.I.; BORGES-ARGAEZ, R.; GARCÍA-VÁZQUEZ, Z.; MÉNDEZ-GONZÁLEZ, M. Screening of the acaricidal efficacy of phytochemical extracts on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) by larval immersion test. **Tropical and Subtropical Agroecosystem**, v.12, n.1, p.417-422, 2010a.

ROSADO-AGUILAR, J.A.; AGUILAR-CABALLERO, A.; RODRIGUEZ-VIVAS, R.I.; BORGES-ARGAEZ, R.; GARCIA-VAZQUEZ, Z.; MENDEZ-GONZALEZ, M. Acaricidal activity of extracts from *Petiveria alliacea* (Phytolaccaceae) against the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: ixodidae). **Veterinary Parasitology**, v.168, n.3-4, p.299-303, 2010b. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.11.022>

ROSADO-AGUILAR, J.A.; ARJONA-CAMBRANES, K. TORRES-ACOSTA JF, RODRÍGUEZ-VIVAS RI, BOLIO-GONZÁLEZ ME, ORTEGA-PACHECO A, ALZINA-LÓPEZ A, GUTIÉRREZ-RUIZ EJ, GUTIÉRREZ-BLANCO E, AGUILAR-CABALLERO AJ. 2017. Plant products and secondary metabolites with acaricide activity against ticks. **Veterinary Parasitology**, v.138, p.66-76, 2017. <https://doi.org/10.1071/AR9891301>

ROSADO-AGUILAR, J.A.; RODRIGUEZ-VIVAS, R.I.; GARCIA-VAZQUEZ, Z.; FRAGOSO-SANCHEZ, H.; ORTIZ-NAJERA, A., ROSARIO-CRUZ, R. Development of amitraz resistance in field populations of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) undergoing typical amitraz exposure in the Mexican tropics. **Veterinary Parasitology**, v.152, n.3-4, p.349-353, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.12.026>

WILSON, L.J.; SUTHERST, R.W.; KERR, J.D. Trapping of larvae of the cattle tick, *Boophilus microplus*, by *Stylosanthes scabra* under field grazing conditions. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.40, p.1301-1308, 1989.

# QUÍMICA DOS ODORES E PARASITAS: OPORTUNIDADE DE NOVOS PRODUTOS

**André Sarria**

Biobab R&D, Madrid, Espanha.

## RESUMO

Chamamos de produtos químicos odoríferos a todos os compostos orgânicos voláteis (VOC's) produzidos por animais, plantas, fungos e outros organismos. Esses compostos podem afetar o comportamento numa mesma ou de diferentes espécies. Em particular, repelência e atração são dois importantes efeitos olfativos interespecíficos que ocorrem durante as interações entre parasitas e seus hospedeiros. Insetos e ácaros podem usar sinais químicos para encontrar hospedeiros, agregar-se a ele e acasalar. A descoberta de produtos que possam perturbar esses processos seria um importante passo para o desenvolvimento de novas tecnologias de controle de parasitas em veterinária. Esses compostos poderiam também minimizar o risco de transmissão de doenças além de aumentar a produção de carne e leite com redução de sofrimento animal.

**Palavras-chave:** compostos, controle, parasitas, químicos, voláteis

## CHEMISTRY OF ODORS AND PARASITES: OPPORTUNITY FOR NEW PRODUCTS

### SUMMARY

We call odoriferous chemicals to all volatile organic compounds (VOCs) produced by animals, plants, fungi and other organisms. These compounds can affect behavior in the same or different species. In particular, repellency and attraction are two important interspecific olfactory effects that occur during interactions between parasites and their hosts. Insects and mites can use chemical signals to find hosts, attach themselves to them and mate. The discovery of products that can disrupt these processes would be an important step towards the development of new parasite control technologies in veterinary medicine. These compounds could also minimize the risk of disease transmission in addition to increasing meat and milk production with reduced animal suffering.

**Keywords:** compounds, control, chemicals, parasites, volatiles

## **ECOLOGIA QUÍMICA E SEMIOQUÍMICOS**

A ecologia química é o estudo que integra química e biologia para examinar as interações químicas entre organismos e seu ambiente. Isso inclui processos de sinais e comunicação entre indivíduos sendo uma poderosa ferramenta para a descoberta de novos compostos químicos que poderiam interferir nessa relação, rompendo ou impedindo que ela ocorra.

A comunicação ocorre no reino animal por diversos motivos: necessidade de alimentação, proteção e reprodução.

Predadores geralmente são atraídos para suas presas através de odores.

A esses odores chamamos de compostos orgânicos voláteis (VOC's). Todos VOC's que carregam uma mensagem são chamados de semioquímicos. Mas o que seria uma mensagem? Uma mensagem são sinais químicos que modificam o comportamento de uma espécie como, por exemplo, podemos citar atração ou repelência.

Um mesmo composto pode interferir no comportamento de uma mesma espécie o que chamamos de feromônios ou de espécies diferentes os chamados alomônios.

Entendendo essa característica, podemos desenvolver novos métodos para o controle de doenças e parasitos de uma maneira mais eficiente.

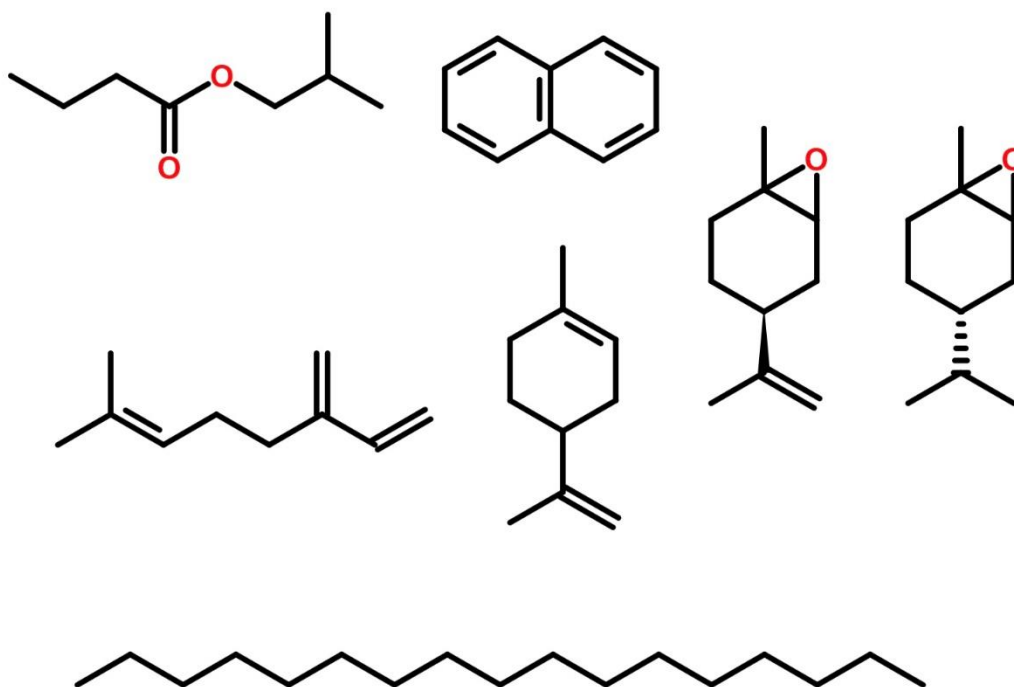
## **DOENÇAS NEGLIGENCIADAS**

No campo de estudos em doenças tropicais, um trabalho de 2006, envolvendo o controle do Anopheles, mosquito causador da malária é um exemplo bastante interessante sobre essas relações de comunicação e interferência de comportamento entre hospedeiro e predador.

A malária é uma doença potencialmente mortal, causada por parasitos que transmitem ao ser humano, pela picada de mosquitos fêmeas do gênero Anopheles. De acordo com a OMS se calcula que, em 2017, houve 219 milhões de casos em 90 países.

O mosquito do gênero Anopheles prefere se alimentar de sangue humano, mas ele também se alimenta de animais como gado, ovelhas e cabras, no entanto, foi observado que ele evita se alimentar de galinhas. De alguma forma, esses animais não são seus hospedeiros. Pesquisadores então coletaram

VOC's de galinhas e, após análise por cromatografia de gases, acoplada com espectrometria de massas, determinaram a estrutura química de diversos compostos químicos vindos desses animais. Após análise por eletroanterograma (EAG)\* detectou-se 11 compostos bioativos.



Compostos identificados na pele de galinhas, com capacidade de repelir o mosquito causador da malária.

Sete compostos foram identificados como sendo repelente, sendo o butirato de isobutila, naftaleno, hexadecano, óxido de cis e trans-limoneno, limoneno e  $\beta$ -mirceno. Esses compostos reduziram significativamente a quantidade de mosquitos dentro das casas.

Também foi observada uma redução significativa na captura de mosquitos quando um animal era enjaulado próximo às armadilhas.

Esse é um clássico exemplo de compostos produzidos por um animal influenciando o comportamento de um predador. Galinhas produzem VOC's que afastam o mosquito transmissor da malária, e esses compostos podem ser utilizados no desenvolvimento de novos métodos de controle.

Ainda nessa linha, pesquisadores do Quênia desenvolveram colares repelentes para animais atacados pela mosca tsétsé.

Pesquisadores observaram que o antílope waterbuck (*Kobus ellipsiprymnus*) era resistente aos ataques da mosca. Eles então identificaram uma lactona cíclica

desse animal e desenvolveram uma espécie de colar repelente que era usado por animais de pastagens.



Colares repelentes contendo VOC's identificados de waterbuck (fotos: autores trabalho Plos: neglected tropical diseases, 2017. 11:10)

Alguns países da África, principalmente da África subsaariana, sofrem com uma doença bastante séria, transmitida pela mosca tsé-tsé (em inglês se pronuncia tétssi). Essa mosca é responsável por causar uma doença bastante séria chamada de doença do sono ou nagana.

O parasita que causa a doença do sono é transmitido para os humanos pelas moscas tsé-tsé infectadas, que procriam em regiões quentes e úmidas da vasta savana da África subsaariana.

A doença recebe esse nome por impedir a pessoa de dormir durante a noite e que, geralmente, é vencida pelo sono durante o dia. Ela causa sintomas neurológicos e é provocada por um tripanossoma transmitido pela picada da mosca. Existem dois tipos de tripanossomas que causam a doença, um deles é o *Tripanossoma brucei gambiense* e o *Tripanossoma brucei rhodesiense*. Essa doença não ocorre no Brasil, ela está apenas na África, mas, no Brasil, temos uma prima, o *Tripanossoma cruzi*, que causa a doença de chagas.

A Organização Mundial de Saúde estipula que, se não tratada a tempo, a taxa de mortalidade pela doença do sono supera os 80%.

Os sintomas iniciais são bastante comuns a outras doenças, como febre, tremores, dores nas articulações e musculares, mal-estar, perda de peso e

anemia. Depois os sintomas ficam mais sérios, como problemas neurológicos com retardo mental, convulsões epiléticas, sonolência e coma. A morte irá ocorrer de menos de seis meses até seis anos. É uma doença negligenciada bastante séria.

As moscas entram em contato com pessoas, com o gado e com animais selvagens como os antílopes. Em 2010, 7200 casos de doença do sono foram registrados. A OMS acredita que o número corresponda apenas a uma fração da quantidade real de ocorrências, que está próxima das 30 mil por ano.

Pesquisadores do ICIPE (Centro Internacional de Ecologia e Fisiologia de Insetos) no Quênia estão desenvolvendo um método bastante simples e extremamente sofisticado para combater a mosca causadora dessa doença. Na África, existe um antílope chamado de waterbuck, ele é conhecido em Moçambique pelo nome de inhacoso. Esse animal pertence à família dos bovinos e, geralmente, se mete dentro da água quando é atacado por predadores, deve ser daí que vem o seu nome de “water buck”.

Esse animal mostra uma característica muito interessante que foi descoberta por criadores de gado e que depois chamou a atenção dos cientistas do ICIPE. O fato é simples, o animal não é picado pela mosca que causa a doença do sono, pois, por alguma razão, a mosca prefere alimentar-se de outros animais ao invés dele.

O animal produz VOC's que interferem no comportamento dessas moscas. Os cientistas coletaram então os odores desses animais. Eles identificaram todos os compostos químicos voláteis do waterbuck e descobriram que quatro desses compostos, quando em contato com a mosca tsé-tsé, faziam com que elas voassem para longe. Isso é, os compostos repeliam as moscas. Essa é a razão do waterbuck ser imune a essa doença.

Com estes compostos em mãos, os pesquisadores sintetizaram os mesmos compostos e desenvolveram uma espécie de colar que emite esses compostos e os usaram no gado. Os resultados mostraram que os animais, que usavam o colar contendo o “cheiro” do waterbuck, foram protegidos em mais de 80% dos ataques da mosca, comparados àqueles animais que não usavam os colares.

Os compostos químicos, produzidos pelo antílope waterbuck, são a geranilaceterona, o guaiacol, o ácido pentanoico e  $\delta$ -octalactona, sendo que este último já entrou num processo de patente.

## **CARRAPATOS**

Muitos trabalhos no controle de carrapatos utilizando ferramentas de ecologia química e semioquímica estão sendo desenvolvidos.

Carrapatos, e doenças transmitidas por carrapatos, têm grandes impactos no gado, nos seres humanos e nos animais de companhia. Em particular, o carrapato do gado é encontrado em todo o mundo em áreas com alta temperatura e umidade. As infestações por carrapatos levam à perda de peso, anemia e infecções secundárias, além de transmitir doenças como babesiose, teileriose e anaplasmose. Tradicionalmente, os produtos químicos (acaricidas) são a principal estratégia de controle de carrapatos, mas essa abordagem é cada vez mais problemática, principalmente devido à evolução dos carrapatos resistentes aos acaricidas e à geração de resíduos químicos.

Como as vacinas até agora disponíveis não tiveram sucesso pleno, há necessidade urgente de novas medidas de controle. O gado varia muito nas cargas de carrapatos, e sabe-se que grande parte dessa variação é controlada pela composição genética do hospedeiro, portanto, é possível criar um aumento na resistência ao carrapato por meio de cruzamentos. A hipótese é de que o principal meio pelo qual o gado hospedeiro difere na resistência ao carrapato é através da produção de produtos químicos voláteis atrativos e ou repelentes na superfície da pele, ou seja, semioquímicos, que determinam quantos carrapatos permanecem presos à superfície da pele. Um exemplo bastante visível diz respeito às raças Holandesa e Nelore, pois ambas as raças são em extremos opostos na carga parasitária. O Nelore é um animal bastante resistente, enquanto o Holandês é bastante susceptível.



Gado Holandês (foto esquerda) e Nelore (foto direita), raças com cargas parasitárias bastante diferentes (fotos André Sarria)

A identificação desses produtos químicos e os fatores genéticos, que levam à produção de diferentes produtos químicos por diferentes animais, nos dariam novas e poderosas oportunidades de controle. Poderíamos criar animais mais resistentes a carrapatos ou criar repelentes para reduzir a carga de carrapatos.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

CHEMICAL ecology. **Nature portifólio**. Disponível em: <<https://www.nature.com/subjects/chemical-ecology>>. Acesso em: 01/11/2019.

COOK, S.M.; KHAN, Z.R.; PICKETT, J.A. The use of push-pull strategies in integrated pest management. **Annual Review of Entomology**, v. 52, p. 375-400, 2007. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.52.110405.091407>

GIKONYO, N. K.; HASSANALI, A.; NJAGI, P. G.; GITU, P. M.; MIDIWO, J. O. Odor composition of preferred (buffalo and ox) and nonpreferred (waterbuck) hosts of some savanna tsetse flies. **Journal of chemical ecology**, v.28, n.5, p.969-981, 2002.

GIKONYO, N. K.; HASSANALI, A.; NJAGI, P. G.; SAINI, R. K. Responses of *Glossina morsitans morsitans* to blends of electroantennographically active compounds in the odors of its preferred (buffalo and ox) and nonpreferred (waterbuck) hosts. **Journal of chemical ecology**, v.29, n.10, p.2331-2345, 2003. <https://doi.org/10.1023/A:1015205716921>

JALETA, K. T.; HILL, S. R.; BIRGERSSON, G.; TEKIE, H.; IGNELL, R. Chicken volatiles repel host-seeking malaria mosquitoes. **Malaria journal**, v.15, n.1, p.1-9, 2016. <https://doi.org/10.1186/s12936-016-1386-3>

LAW, J.H.; REGNIER, F.E. Pheromones. **Annual review of biochemistry**, v. 40, n. 1, p. 533-548, 1971. <https://doi.org/10.1146/annurev.bi.40.070171.002533>

NAIME, J. M.; MORAES, M. C. B.; LAUMANN, R. A.; BORGES, M. **Eletoantenograma para estudo comportamental de insetos**. Comunicado Técnico. São Carlos: EMBRAPA, 2006.

O'HARA, G. A.; MCNAUGHTON, A. L.; MAPONGA, T.; JOOSTE, P.; OCAMA, P.; CHILENGI, R.; MATTHEWS, P. C. Hepatitis B virus infection as a neglected tropical disease. **PLoS neglected tropical diseases**, v.11, n.10, 2017.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Malária**. Disponível em: <<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malaria>>. Acesso em: 01/11/2019.

POLDY, J.; PEAKALL, R.; BARROW, R. A. Synthesis of chiloglottones—semiochemicals from sexually deceptive orchids and their pollinators. **Organic & Biomolecular Chemistry**, v. 7, n. 20, p. 4296-4300, 2009. <https://doi.org/10.1039/b912233h>

# A FLORA E FAUNA AMAZÔNICA COMO FONTE DE BIOMOLÉCULAS ATIVAS PARA O CONTROLE DAS POPULAÇÕES DO CARRAPATO-DOS-BOVINOS

**Luciana Gatto Brito**

Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, Brasil

**Fábio da Silva Barbieri**

Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, Brasil

**Nádia Elígia**

Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, Brasil

**N. P. Paracampo**

Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, Brasil

## RESUMO

Conceitos relacionados diretamente ao uso racional de fármacos parasiticidas são relevantes no que tange à promoção da qualidade dos produtos pecuários ofertados ao mercado consumidor e, para tal, a utilização de princípios ativos parasiticidas de alta eficácia é uma demanda urgente e necessária para a sustentabilidade da cadeia de valor da bovinocultura brasileira. Dentre os mais importantes problemas de saúde animal presentes nos sistemas pecuários bovinos, as parasitoses mostram-se como limitantes para a obtenção da máxima produtividade dos rebanhos, aliada à produção de alimentos livres de contaminantes químicos. A baixa eficácia das bases parasiticidas disponíveis para comercialização no Brasil, na atualidade, representa um desafio para o manejo e controle das populações do *Rhipicephalus microplus* (carrapato-dos-bovinos). A emergência e a fixação de genótipos resistentes aos principais grupos químicos pesticidas nas populações de *R. microplus* são as principais causas relacionadas à falha dos tratamentos químicos direcionados ao controle das infestações. Dessa forma, a busca por novas moléculas com atividade biológica direcionada ao controle do *R. microplus* é uma necessidade urgente e que demandará fortemente ações de prospecção e desenvolvimento de novos princípios ativos às equipes de P, D & I e às indústrias farmacêuticas veterinárias instaladas e atuantes nos países que têm na bovinocultura uma importante fonte de geração de renda e, a ocorrência de *R. microplus* é endêmica nos rebanhos. O processo de descoberta de novas moléculas pesticidas, assim como o desenvolvimento dos fármacos parasiticidas é complexo, longo, de alto custo e são diretamente alicerçados às inovações científicas e tecnológicas. No bioma Amazônico está o maior quantitativo mundial de espécies da flora e fauna, tanto em termos de espécies habitando a região, como coexistindo dentro de uma mesma área. O imenso patrimônio genético presente nesse bioma e já escasso nos países desenvolvidos, tem hoje valor econômico-estratégico inestimável para vários fins e aplicações, mas é no campo do desenvolvimento de novos fármacos que reside sua maior potencialidade. A terapêutica moderna, composta por medicamentos com ações específicas sobre receptores, enzimas e canais iônicos, não teria sido possível sem a contribuição dos produtos naturais, notadamente das plantas superiores, das toxinas animais e dos microrganismos. A procura por novas moléculas de alta eficácia e efeitos secundários reduzidos para o controle do carrapato-dos-bovinos mostra-se premente e alinhada às diretrizes da produção de alimentos seguros. Tratam-se de moléculas bioativas, biodegradáveis, cujos diferentes modos de ação, incluindo o sinergismo, podem afetar vários alvos ao mesmo tempo e com isso reduzir a pressão seletiva; bem como podem ser usadas como agentes únicos ou em conjunto com compostos químicos sintéticos. Nesse contexto, as espécies vegetais e animais provenientes da biodiversidade Amazônica devem ser consideradas como potenciais espécies doadoras de novas moléculas ativas para o controle de artrópodes parasitas, logo aptas a serem inseridas e utilizadas nos programas de controle e manejo integrado do carrapato *R. microplus*, possibilitando a valoração e estimulando a conservação de nossa biodiversidade, assim como o uso sustentável dos recursos genéticos presentes nesse bioma.

**Palavras-chave:** Amazônia, biodiversidade, moléculas pesticidas, *Rhipicephalus microplus*.

# THE AMAZON FLORA AND FAUNA AS A SOURCE OF ACTIVE BIOMOLECULES FOR THE CONTROL OF THE CATTLE TICK POPULATIONS

## SUMMARY

Concepts directly related to the use of parasiticide substances are relevant when it comes to promoting the quality of particular products offered to the consumer and, for that purpose, the use of active parasiticides of high activity is an urgent and necessary demand for the sustainability of the valuable Brazilian bovine livestock chain. Among the important problems of animal health, parasitic diseases are shown to be limiting factors for obtaining maximum productivity in herds, combined with the production of free chemical foods. Currently, the low efficacy of the parasiticide bases available for commercialization in Brazil, represents a challenge and control of the populations of the bovine *Rhipicephalus*. Emergence and main group definitions are genotypes resistant to major pesticides in populations of *R. microplus*. *Microplus* is a special prospecting need and urgent prospecting solutions and the search for R, D & I plants developed with new biological and biological ways to control new and biological biological plants. active in countries that have cattle as an important source of generation, and the occurrence of *R. microplus* is endemic in herds. The process of discovering new pesticide additives, as well as the development of parasiticide drugs is complex, expensive and directly based on scientific and technological innovations. In the Amazon biome, it is the largest registered area, both worldwide, of flora species in terms of species inhabiting the region, as well as coexisting within the same. The genetic heritage in this biome, which is already scarce in developed countries, has today several invaluable economic-strategic values for applications and, but it is not their field of development of new drugs that reside in potential. Modern therapy, composed of medicines with specific receptors, enzymes and possible plants, the contribution of natural products, notably plants, plants without animals and higher microorganisms. The demand for high diligence insurance and reduced secondary control equipment for the repair of pre-cattle cars shown and food production guidance. These are different ways of bioactive, biodegradable at the same time, different modes of action synergism, can all target changes at the same time and thereby reduce the selective pressure; as well as can be used as single agents or synthetic chemical compound sets. Micro, micro, enabling the valuation and stimulating the conservation of our biodiversity, as well as the sustainable use of the genetic resources present in this biome.

**Keywords:** Amazon, biodiversity, pesticide, *Rhipicephalus microplus*.

# HISTÓRICO DAS PESQUISAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS PARA CONTROLE DE CARRAPATOS

**P. Marchesini**

Universidade Federal de Goiás, Pós-graduação em Ciência Animal, Goiânia, GO, Brasil.

**L.M. Costa Junior**

Universidade federal do Maranhão, Departamento de Patologia, São Luís, MA, Brasil.

**C.M.O. Monteiro**

Universidade Federal de Goiás, Depart. de Biociências e Tecnologia, Goiânia, GO, Brasil.

## RESUMO

O presente trabalho apresenta dados de uma revisão das pesquisas com óleos essenciais para controle de carrapatos nos últimos 30 anos. O banco de dados foi obtido a partir da busca de artigos publicados nas três últimas décadas (de 1991 até 2020), usando as bases de dados on-line: Scopus, Web of Science e Pub Med, utilizando as palavras de busca “essential oil” AND “tick”. A palavra tick também foi substituída pelos gêneros das principais espécies de carrapatos, permitindo ampliar ainda mais a busca. Foram encontrados 728 trabalhos e os resultados foram filtrados, sendo excluídos os artigos em duplicata. Após essa etapa, foi realizada uma triagem das publicações utilizando critérios de exclusão e elegibilidade de um estudo. Após a aplicação desses critérios, foram selecionados 128 artigos para elaboração do banco de dados. Os dados foram organizados em uma planilha do programa Microsoft Excel. Dentro das três últimas décadas, a última (2011 - 2020) apresentou o maior número de publicações, com 99 artigos. O Brasil foi o país com o maior número de publicações (65). Foram realizadas pesquisas com 24 espécies de carrapatos; *Rhipicephalus microplus* foi a espécie mais estudada (76), seguida por *Rhipicephalus sanguineus* (11) e *Rhipicephalus annulatus* (7). Para plantas, as famílias mais estudadas foram: Lamiaceae (57), seguido por Verbenaceae (28), Myrtaceae (27) e Asteraceae (21). Com relação a comparação entre estudos, 116 artigos foram realizados em condições de laboratório, enquanto apenas 12 pesquisas foram realizadas em condições de campo e semi-campo. Essa análise permite compreender alguns aspectos do “estado da arte” das pesquisas com óleos essenciais para controle de carrapatos.

**Palavras-chave:** Controle de carrapatos, metabólicos secundários de plantas, terpenos.

## HISTORY OF RESEARCH ON ESSENTIAL OILS FOR TICK CONTROL

### SUMMARY

This paper presents data from a review of research on essential oils for tick control over the last 30 years. The database was obtained from the search for articles published in the last three decades (from 1991 to 2020), using the online databases: Scopus, Web of Science and Pub Med, using the search words “essential oil” AND “tick”. The word tick was also replaced by the genera of the main species of ticks, allowing the search to be further expanded. A total of 728 works were found and the results were filtered, with duplicate articles being excluded. After this step, publications were screened using exclusion and eligibility criteria for a study. After applying these criteria, 128 articles were selected for preparation of the database. Data were organized in a Microsoft Excel spreadsheet. Within the last three decades, the last (2011 - 2020) had the highest number of publications, with 99 articles. Brazil was the country with the highest number of publications (65). Research was carried out with 24 species of ticks; *Rhipicephalus microplus* was the most studied species (76), followed by *Rhipicephalus sanguineus* (11) and *Rhipicephalus annulatus* (7). For plants, the most studied families were: Lamiaceae (57), followed by Verbenaceae (28), Myrtaceae (27) and Asteraceae (21). Regarding the comparison between studies, 116 articles were carried out in laboratory conditions, while only 12 researches were carried out in field and semi-field conditions. This analysis allows us to understand some aspects of the “state of the art” of research with essential oils for tick control.

**Keywords:** Tick control, secondary plant metabolics, terpenes.

## INTRODUÇÃO

Os carrapatos são artrópodes hematófagos obrigatórios, pertencentes à subclasse Acari, superordem Parasitiformes e ordem Ixodida. Atualmente, foram descritas cerca de 956 espécies de carrapatos, divididos entre as famílias Ixodidae (736 espécies), Argasidae (218 espécies), Nuttallielidae (1 espécie) e Deinocrotonidae (1 espécie já extinta) (APANASKEVICH et al., 2019; DANTAS-TORRES et al., 2019; SUN et al., 2019; TOMLINSON et al., 2019; VENZAL; APANASKEVICH, 2019).

O método predominantemente utilizado para o controle desses ectoparasitos é o uso de carrapaticidas sintéticos, que tem sido fundamental para controle desses artrópodes, permitindo manter a saúde animal e a produtividade em rebanhos comerciais. No entanto, devido ao uso constante, às vezes sem critérios técnicos, a utilização desses produtos químicos tem resultado na seleção de populações resistentes (FURLONG et al., 2007; HIGA et al., 2019). Em adicional, o uso recorrente desses produtos tem levantado a preocupações referentes aos possíveis efeitos tóxicos em organismos não-alvo, provável contaminação do ambiente e resíduos em produtos de origem animal (FURLONG et al., 2007; RECK et al., 2014; HIGA et al., 2015; KLAFKE et al., 2017). Nesse sentido, é primordial o desenvolvimento de novas tecnologias de controle que reduzam esses efeitos.

Diante desse cenário, produtos de naturais obtidos de plantas, produzidos obtidos a partir do metabolismo secundário de certas espécies vegetais têm sido apontados como uma alternativa promissora para o desenvolvimento de novos carrapaticidas para controle de carrapatos (ELLSE; WALL, 2014; NWANADE et al., 2020). Os produtos naturais obtidos de plantas podem ser utilizados na forma de extrato, óleo fixo, óleo essencial (OE) ou compostos isolados (KHETRAPAL; VODWAL, 2016). Os OEs são caracterizados por apresentarem uma matriz complexa, com cerca de 20 a 60 componentes voláteis, de odor acentuado. A concentração de seus constituintes químicos pode variar notavelmente, dependendo de diversos fatores como: espécie vegetal, parte da planta utilizada para extração, genótipo da planta, interação ecológica com outros organismos, composição do solo, época do ano, umidade relativa, incidência de radiação solar e método de extração. Normalmente, sua obtenção é realizada pelos métodos de hidrodestilação ou arraste a vapor, e as substâncias que predominam nos OEs podem ser divididas em dois grupos principais, de acordo

com a sua biossíntese: terpenos (terpenóides) e os fenilpropanoides (BAKKALI et al., 2008). Contudo, podem ser encontradas substâncias de outras classes também, além dos terpenos e fenilpropanoides.

Os OEs são amplamente utilizados nas indústrias farmacêuticas, cosméticas e de gêneros alimentícios, com um faturamento em torno de US\$ 60 bilhões por ano. Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), a procura por medicamentos fitoterápicos tem crescido exponencialmente, cerca de 7% ao ano, abrangendo três mil espécies de plantas, o que corresponde a 400 mil toneladas/ano (EMATER, 2021). Além disso, de acordo com Miresmailli e Isman, o segmento de biopesticidas cresce cerca de 16% ao ano, com estimativa para em 2025 alcançar 20% do mercado. Segundo esses autores, a maioria dos fabricantes de pesticidas botânicos terceirizam a obtenção dos OEs e realizam um rastreio desses compostos de acordo com marcadores, como a quantidade de um composto majoritário, determinado previamente por estudos anteriores, para atestar qualidade ao produto, sendo importante realizar análises fitoquímicas para um melhor entendimento dos principais ativos presentes nos OEs.

Nos últimos anos, o número de pesquisas direcionadas à investigação da atividade de OEs sobre carrapatos, tem crescido substancialmente (ADENUBI et al. 2018; BENELLI et al. 2016; PAVELA et al. 2016; ROSADO-AGUILAR et al., 2017; BENELLI; PAVELA 2018; NWANADE et al., 2020), demonstrando a importância etno-veterinária, e o potencial dessas substâncias para o desenvolvimento de novos carrapaticidas.

No entanto, apesar do fato, há uma falta de padronização nos diferentes estudos, o que dificulta a comparação dos resultados, como condições experimentais (quantidade e técnica de aplicação), a não realização de análise dos constituintes químicos presentes nos OEs, o "N" amostral (tamanho não uniforme dos tratamentos) entre outros. Nesta revisão de OEs no controle de carrapatos, geramos informações a respeito da: variação de publicação no decorrer das décadas; os principais países que publicam na área; as famílias de plantas usadas como base para obtenção dos OEs; realização da caracterização fitoquímica dos óleos essenciais; espécies de carrapatos utilizados nos testes; números de estudos realizados em laboratório e em condições de campo ou semi-campo. A realização da pesquisa com essa abordagem pode permitir

melhor entendimento do real estado da arte dessa linha de investigação, bem como, definir prioridades e direcionamentos para estudos futuros.

## **METODOLOGIA**

A revisão foi realizada através da formação do banco de dados, resultante de artigos publicados nos últimos trinta anos (1991 - 2020). Para tal, utilizou-se os editoriais on-line Scopus, Web Of Science, Pub Med. Os resultados foram filtrados segundo o diagrama PRISMA modificado (MOHER et al., 2009). A busca foi realizada utilizando-se as seguintes palavras-chave: “essential oil” combinadas com “tick”, “*Rhipicephalus*”, “*Amblyomma*”, “*Dermacentor*”, “*Ixodes*”, “*Haemaphysalis*”, “*Hyalomma*”, “*Argas*” e “*Ornithodoros*”. No total, somando-se as três bases de dados” foram encontrados 728 artigos. Na sequência, foi realizado os passos do diagrama de Prisma, com as retiradas das duplicatas e aplicados os critérios de exclusão e elegibilidade de um artigo. Os critérios de exclusão foram: artigos de revisões, repelência, trabalhos que utilizaram apenas os compostos isolados e não o óleo essencial, formulações comerciais e capítulos de livros. Ao final da busca foram selecionados 128 estudos. Os dados de cada artigo foram organizados em uma planilha do programa Microsoft Excel.

## **RESULTADOS**

### **Publicações por ano**

As publicações foram classificadas de acordo com o ano/década de publicação. Na primeira década (1991 a 2000), de acordo com os nossos critérios de elegibilidade foram encontrados apenas 2 artigos (1,6%). Para a década seguinte (2001 a 2010), o número de publicações registradas foi de 27 artigos (21,1%). A maior parte dos artigos (99 estudos = 77,3%) foram publicados na última década (2011 – 2020) (Fig. 1A), evidenciando o aumento considerável no número de estudos.

Conforme dito anteriormente, o processo de resistência dos carrapatos aos acaricidas comerciais tem sido um entrave para o controle desses artrópodes, existindo um aumento nos registros de resistência para diferentes espécies de carrapatos, além do relato de populações multirresistentes (RECK et al., 2014; KLAFKE et al., 2017; BECKER et al., 2019; TUCKER et al., 2020).

De forma concomitante, alterações no meio ambiente em decorrência às ações antrópicas, aquecimento global, tem propiciado a introdução de carrapatos em locais que antes eram desfavoráveis (altitude/temperatura) para o desenvolvimento desse parasito (Grandi et al., 2020; Gilbert L., 2021). Além disso, também existe uma crescente demanda do mercado consumidor por novas alternativas para controle de carrapatos que ofereçam menos riscos de contaminação ambiental. Diante desse quadro, a busca por novas alternativas de controle tem se intensificado, buscando, principalmente, opções atreladas aos conceitos de sustentabilidade e Saúde Única. Somado a isso, cabe destacar que ultimamente ocorreu uma popularização das tecnologias necessárias para pesquisas com OEs (produção, extração e caracterização). A soma de todos esses aspectos, no nosso ponto de vista, resultou do número de pesquisas nessa área.

### **Publicações por país**

De acordo com o presente estudo, o Brasil foi o país com maior número de publicações (65 – 50,8%), seguido Egito (8 – 6,25%), Índia (7 – 5,5%), Irã (5 – 3,9%), Turquia (5 – 3,9%), México (4 – 3,1%), Espanha (4 – 3,1%), Camarões (4 – 3,1%) (Fig. 1B). Esse número expressivo de estudos no Brasil, possivelmente, está relacionado a três fatores: importância dos carrapatos para bovinos e cães, e o tamanho da população desses animais no país; a grande biodiversidade vegetal do Brasil; a posição de destaque que o Brasil ocupa em relação a produção e pesquisa com OEs.

O país possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, chegando a 218,2 milhões de cabeças, e apresentar uma produção de 35,4 bilhões de litros de leite (IBGE, 2020). Em adicional, o Brasil é o segundo país em número de cães e gatos, sendo que 46,1% das residências possuem, no mínimo, um cão e 19,3% possuem um gato, fazendo que o país tenha o 7º maior faturamento do mercado pet mundial (ABINPET, 2021). Esses dados evidenciam a importância econômica para o país no controle de *Rhipicephalus microplus* e *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato (s.l.), principalmente.

Além disso, o Brasil apresenta uma biodiversidade vegetal de profunda relevância, de diferentes biomas, sendo detentor do maior número de espécies descritas atualmente (55% das espécies de plantas terrestres endêmicas) (BFG,

2021). Dessa forma, há uma diversidade nas espécies de plantas e consequentemente, de metabólicos secundários, que podem ser pesquisados para desenvolvimento de novos carrapaticidas. Por fim, o país possui um lugar de destaque nas pesquisas e produção de OEs.

### **Famílias das Plantas**

Em nossa revisão, foram estudadas 33 famílias de plantas. As famílias com maior frequência nos estudos foram: Lamiaceae (57 – 24,0%), seguido por Verbenaceae (28 – 11,8%), Myrtaceae (27 – 11,4%) e Asteraceae (21 – 8,8%) (Fig. 1C).

De acordo com a literatura, as famílias Lamiaceae, Verbenaceae, Myrtaceae, são conhecidas por apresentarem na constituição dos seus OEs, de forma majoritária, terpenos e fenilpropanoides (OLIVEIRA et al., 2009; FRANZ; NOVAK, 2009), compostos conhecidos por apresentarem uma diversidade de atividades biológicas, incluindo atividade acaricida, fazendo que os OEs de plantas dessa família tenham potencial para o desenvolvimento de novos carrapaticidas. Por isso, que provavelmente, os OEs das plantas classificadas nessas famílias foram os mais utilizados nas pesquisas com OEs.

### **Caracterização dos óleos essenciais**

No total, 84 (65,6%) dos artigos realizaram a caracterização dos óleos essenciais, e 44 (34,4%) não realizaram essa análise fitoquímica (Fig. 2A), demonstrando uma maior tendência dos estudos em realizar a análise. Essa caracterização dos constituintes químicos presentes nos OEs têm sido uma ferramenta amplamente utilizada para identificação de compostos com atividades biológicas. A composição química dos OEs de uma mesma espécie de planta é diretamente influenciada por fatores como época da colheita da planta, biogeografia do local de coleta, método de extração, quimiotipo e alterações do microclima no qual a planta está inserido (DJOUAHRI et al., 2013; PAVELA; BENELLI, 2016). Segundo alguns estudos, a predominância/presença de certos constituintes químicos específicos na composição de um quimiotipo de um OE pode conferir maior ou menor atividade carrapaticida (PEIXOTO et al., 2015; MONTEIRO et al., 2017; CASTRO et al., 2018). Assim, é de extrema importância realizar a caracterização química dos OEs para ter o conhecimento

(correlacionar), quais são as substâncias presentes naquela amostra e que conferem atividade carrapaticida. Essa análise também se torna importante para selecionar substâncias para serem testadas isoladas, para confirmação de atividade e desenvolvimento de carrapaticidas.

### **Publicações por espécie de carrapato**

Foram avaliadas 24 espécies de carrapatos, dentre as quais *R. microplus* (76 – 53,9%) foi a espécie mais estudada, seguida por *R. sanguineus* s.l. (11 – 7,8%), *Rhipicehalus annulatus* (7 – 5,0%). (Fig. 2B). Outras espécies como *Dermacentor nitens*, *Amblyomma sculptum*, *Amblyomma cajennense* (s.l.) e *Haemaphysalis longicornis* estiveram presentes em apenas três estudos (2,1%) cada (Fig. 2B). Todos os estudos realizados tiveram como alvo carrapatos de importância econômica ou de saúde pública.

*R. microplus* foi o ectoparasito mais estudado, possivelmente devido a sua ampla distribuição geográfica e pela preocupação a respeito do seu impacto econômico, que é de âmbito global. Estimativas do fim do século passado, apontavam que mais de 75% da população bovina era acometida por essa parasitose (CORDOVÉS, 1997) e, no cenário atual, acredita-se que perdas anuais podem chegar a 30 bilhões de dólares no mundo (LEW-TABOR; RODRIGUEZ VALLE, 2016) e 3,4 bilhões de dólares / ano somente no Brasil (GRISI et al., 2014). Além disso, essa espécie apresenta o cenário mais preocupante em relação a resistência aos acaricidas. Já existem registros de resistência de *R. microplus* para todas as bases carrapaticidas disponíveis no mercado, registro de populações multiresistentes e por fim, registro de populações que são resistentes a todas as classes (RECK et al., 2014; KLAFKE et al., 2017).

A segunda espécie mais estudada foi *R. sanguineus* s.l., que apesar de ter como principal hospedeiro o cão doméstico, pode ser encontrado parasitando outras espécies de mamíferos, aves e até mesmo humanos. Devido à estreita ligação dos cães com os humanos, este parasito foi disseminado durante os processos de migração humana (DANTAS-TORRES; OTRANCO, 2015). Além da sua participação no ambiente urbano, estes artrópodes são importantes quando se trata da sanidade animal, visto os mesmos atuarem como vetores de diversos patógenos (*Ehrlichia canis*, *Babesia vogeli*, *Hepatozoon canis*), bem

como por já terem sido registrados como vetores da *Rickettsia rickettsii* em humanos de algumas regiões do EUA e do México e como vetor de *R. conorii* na região do Mediterrâneo (NAVA et al., 2014; COSTA et al., 2011; DANTAS-TORRES; OTRANCO, 2015). Na literatura, já existem relatos de resistência a piretróides, amidinas, organofosforados, fenilpirazóis e lactonas macrocíclicas (EIDEN et al., 2015; RODRIGUEZ-VIVAS et al., 2017a; RODRIGUEZ-VIVAS et al., 2017b; BECKER et al., 2019; TUCKER et al., 2020).

### **Tipos de estudos: condições de laboratório ou de campo**

Dos 128 artigos incluídos em nossa pesquisa, 116 (90,6%) foram realizados em condições de laboratório e apenas 12 (9,4%) foram realizados em campo ou semi-campo (Fig. 2C). Desses 12 artigos de campo, 10 (83,3%) foram realizados na última década (2011 – 2020). Nos últimos anos, tem crescido o número de pesquisas direcionadas a investigação da atividade de OEs sobre carrapatos, contudo, a maior parte das pesquisas se concentram em estudos de atividade em condições laboratoriais; enquanto as investigações em condições de campo são escassas (Rosado-Aguilar et al., 2017; Benelli; Pavela, 2018).

Estudos em condições de laboratório são de fundamental importância para selecionar compostos com potencial carrapaticida para diferentes estágios e espécies de carrapatos, e para o entendimento dos mecanismos de ação dessas substâncias em carrapatos, no entanto, nem sempre os resultados obtidos em laboratório conseguem ser reproduzidos nos testes em condições de campo ou semi-campo. Esses dados nos mostram que estudos em condições de laboratório têm apresentado resultados satisfatórios e são muito importantes para o processo de triagem de um potencial OE ou substância encontrada em OEs para o controle de carrapatos. Contudo, é importante que os esforços por pesquisas em condições de campo e semi-campo sejam ampliados, permitindo avaliar o real potencial dos OEs para controle de carrapatos, bem como, avaliar a segurança desses óleos para animais e o impacto sobre organismos não alvo. Essas pesquisas, em condições de campo e semi-campo são fundamentais para o desenvolvimento de carrapaticidas com OEs.

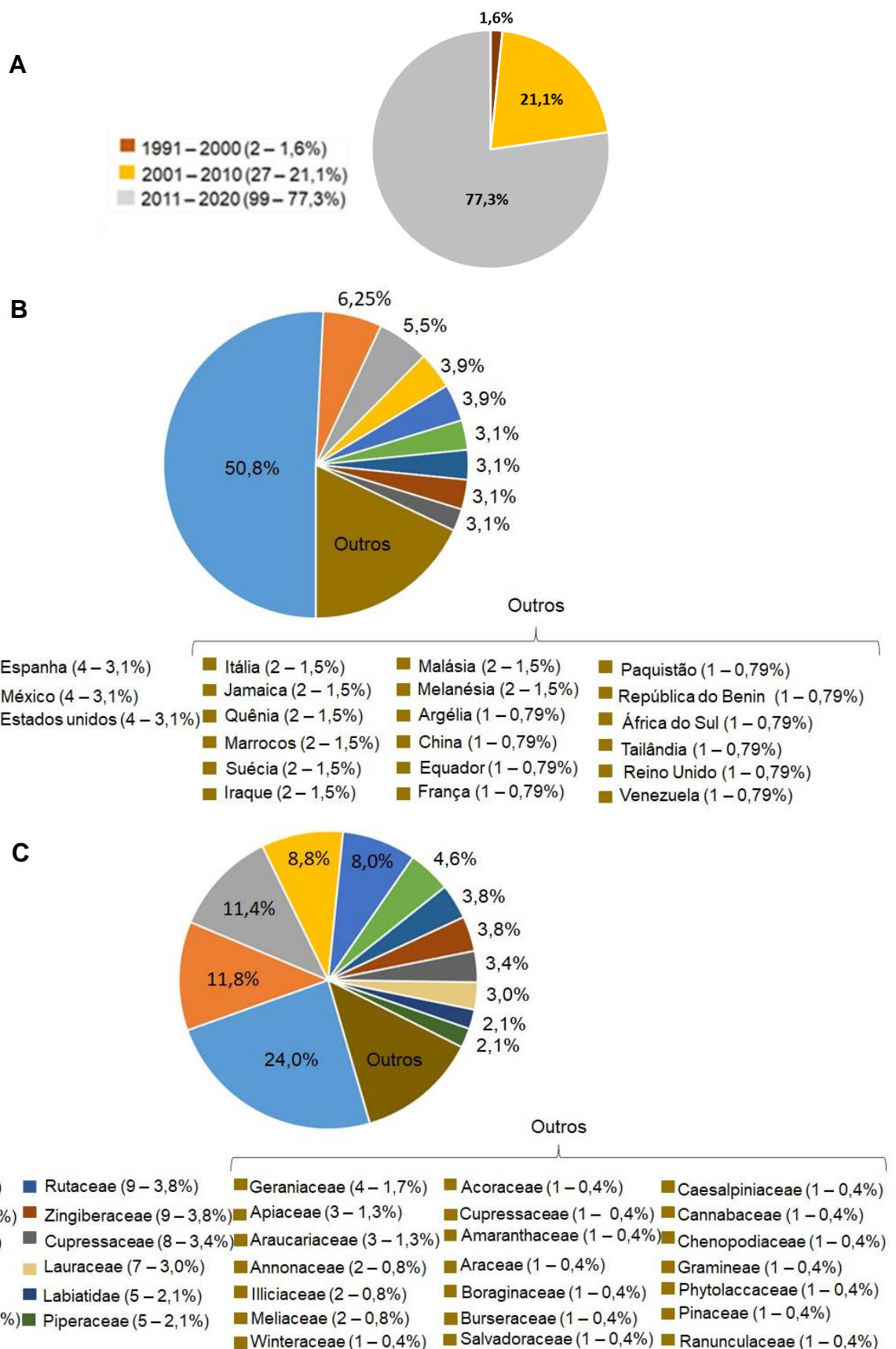
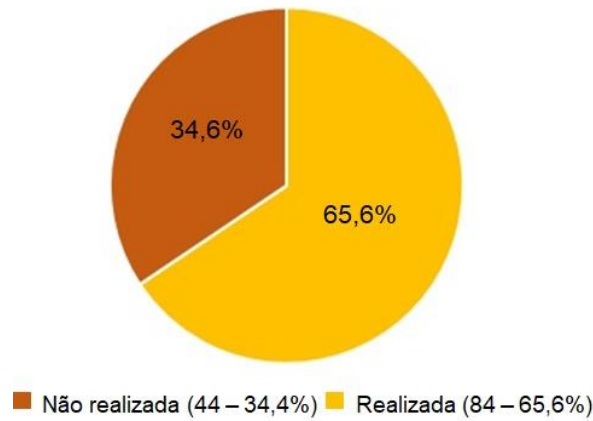
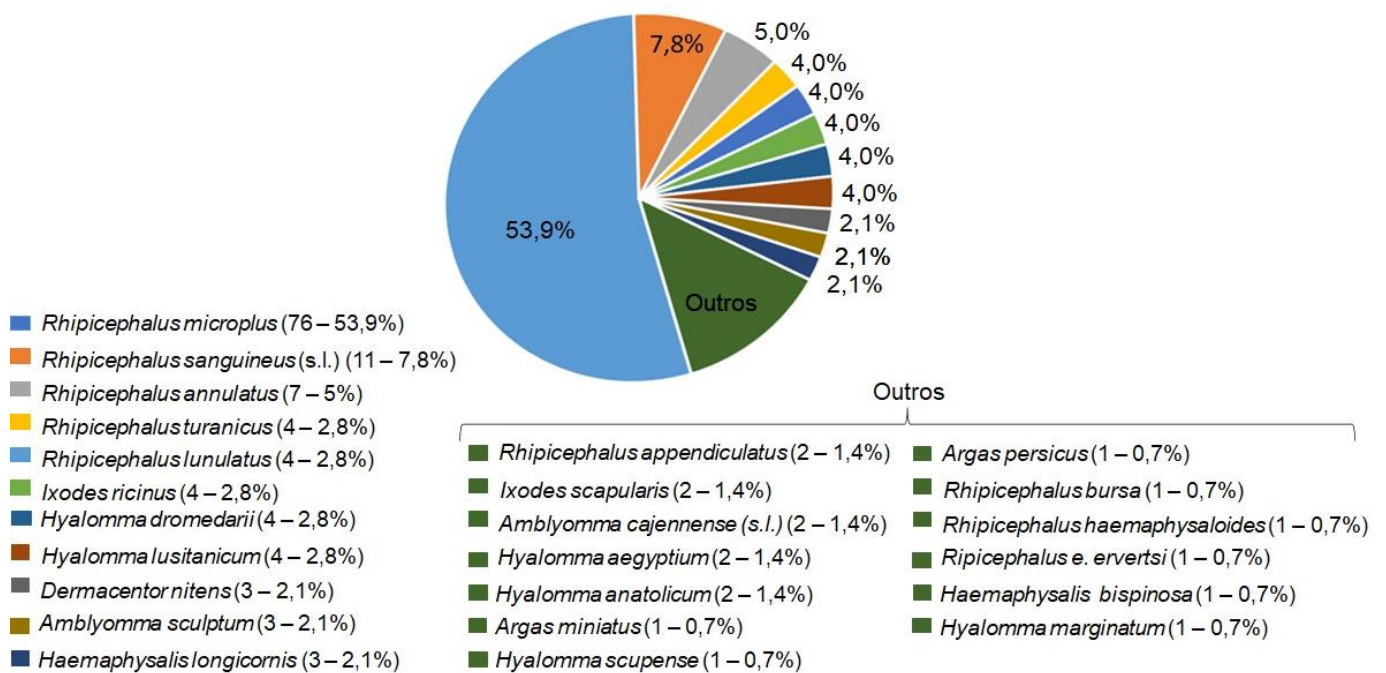


Figura 1 – (A) Publicações por década; (B) Publicações por país; (C) Publicações por Família das plantas.

A



B



C

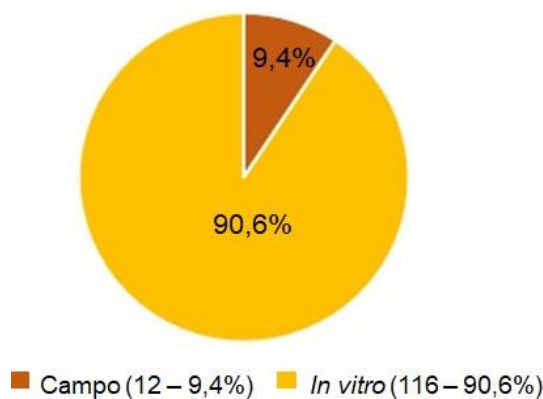


Figura 2 – (A) Publicações com o sem caracterização fitoquímica dos óleos essenciais; (B) Publicações por espécies de carrapatos; (C) Tipos de estudos (campo/semi-campo ou em condições de laboratório - *in vitro*).

## CONCLUSÃO

A presente revisão nos permite melhor compreensão sobre o estado da arte das pesquisas com OEs para o controle de carrapatos, evidenciando os países onde a maior parte das pesquisas foram conduzidas, as espécies de carrapatos mais estudadas, as principais famílias de plantas utilizadas como fonte de OEs testadas para avaliação de atividade carrapaticida, o número de estudos com caracterização química e o número de estudos em condições de campo e semi-campo. Tal análise nos permite identificar algumas limitações dessa linha de pesquisa que merecem esforços futuros.

Uma das limitações para o uso industrial dos OEs é a produção em larga escala, uma vez que há grande variabilidade dos constituintes fitoquímicos presentes nesses óleos, o que pode interferir no resultado desejado. Dessa forma, é importante realizar a análise desses óleos, com o intuito de identificar as potenciais substâncias responsáveis pela atividade carrapaticida. É importante que todos os estudos apresentem a caracterização química desses OEs. Outro obstáculo é o pequeno número de estudos em condições de campo e semi-campo, que são fundamentais para demonstrar o real potencial dos OEs para controle de carrapatos. É preciso que sejam realizados mais estudos nestas condições, juntamente com análise de segurança clínica e impacto ambiental.

## REFERÊNCIAS

ABINPET. **Mercado Pet Brasil** [Internet]. São Paulo, 2021. Disponível em: [http://www.abinpet.org.br/download/abinpet\\_folder\\_2021.pdf](http://www.abinpet.org.br/download/abinpet_folder_2021.pdf).

ADENUBI, O.T.; AHMED, A.S.; FASINA, F.O.; MCGAW, L.J.; ELOFF, J.N.; NAIDOO, V. Pesticidal plants as a possible alternative to synthetic acaricides in tick control: a systematic review and meta-analysis. **Industrial Crops and Products**, v. 123, p. 779-806, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.075>

APANASKEVICH, D.; CHALOEMTHANETPHONG, A.; VONGPHAYLOTH, K.; AHANTARIG, A.; APANASKEVICH, M.A.; BREY, P.T.; HERTZ, J.C.; LAKEOMANY, K.; SUTHERLAND, I.W.; TRINACHARTVANIT, W. Description of a new species of *Dermacentor* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae) from Laos and Thailand. **Systematic Parasitology**, v. 96, p. 475-484, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11230-019-09861-z>

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 446-475, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>

BECKER, S.; WEBSTER, A.; DOYLE, R.L.; MARTINS, J.R.; RECK, J.; KLAFKE, G.M. Resistance to deltamethrin, fipronil and ivermectin in the brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus* sensu stricto, Latreille (Acari: Ixodidae). **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 10, p. 1046-1050, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2019.05.015>

BENELLI, G.; PAVELA, R.; CANALE, A.; MEHLHORN, H. Tick repellents and acaricides of botanical origin: a green roadmap to control tick-borne diseases? **Parasitology Research**, v. 115, p. 2545-2560, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5095-1>

BENELLI, G.; PAVELA, R. Repellence of essential oils and selected compounds against ticks - a systematic review. **Acta Tropica**, v. 179, p. 47-54, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.12.025>

BFG – THE BRAZIL FLORA GROUP. **Flora do Brasil 2020**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2021. 1–28 p. <https://doi.org/10.47871/jbrj2021004>

CASTRO, K.N.C.; CANUTO, K.M.; BRITO, E.S.; COSTA-JUNIOR, L.M.; ANDRADE, I.M.; MAGALHAES, J.A.; BARROS, D.M.A. In vitro efficacy of essential oils with different concentrations of 1,8-cineole against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 27, p. 203-210, 2018. <https://doi.org/10.1590/s1984-296120180015>

COSTA, L. F. S.; NUNES, P.H.; SOARES, J. F.; LABRUNA, M. B.; CAMARGO-MATHIAS, I. Distribution of *Rickettsia rickettsii* in ovary cells of *Rhipicephalus*

*sanguineus* (Latreille1806) (Acari: Ixodidae). **Parasites and Vectors**, v. 222, p. 2-6, 2011.

CORDOVÉS, C.O. **Carrapato: controle ou erradicação**. 1ª ed. Guaíba: Agropecuária, 1997. 176p.

EIDEN, A.L.; KAUFMAN, P.E.; OI, F.M.; ALLAN, S.A.; MILLER, R.J. Detection of Permethrin Resistance and Fipronil Tolerance in *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) in the United States. **Journal of Medical Entomology**, v. 52, n. 3, p. 429-436, 2015. <https://doi.org/10.1093/jme/tjv005>

DANTAS-TORRES, F.; OTRANCO, D. Further thoughts on the taxonomy and vector role of *Rhipicephalus sanguineus* group ticks. **Veterinary Parasitology**, v. 208, p 9-13, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.12.014>

DANTAS-TORRES, F.; MARTINS T.F.; MUÑOZ-LEAL, S.; ONOFRIO, V.C.; BARROS-BATTESTI, D.M. Ticks (Ixodida: Argasidae, Ixodidae) of Brazil: Updated species checklist and taxonomic keys. **Ticks Tick Borne Diseases**, v. 10, 101252, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2019.06.012>

DJOUAHRI, A.; BOUDARENE, L.; MEKLATI, B.Y. Effect of extraction method on chemical composition, antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oil from the leaves of *Algeria Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters. **Industrial Crops and Products**, v. 44, p. 32-36, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.10.021>

ELLSE, L.; WALL, R. The use of essential oils in veterinary ectoparasite control: a review. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 28, p. 233-243, 2014. <https://doi.org/10.1111/mve.12033>

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (EMATER). **Projeto Plantas Potenciais, Medicinais e Aromáticas**. Disponível em: <http://www.emater.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=53>  
Acesso em: 09 de outubro de 2021.

FRANZ, C.; NOVAK, J. Sources of Essential Oils. In: BASER, K.H.C.; BUCHBAUER, G. (ed). **Handbook of Essential Oils: Science, Technology and Applications**. CRC Press, New York, p.39-81, 2009. <https://doi.org/10.1201/9781420063165-c3>

FURLONG, J.; MARTINS, J. R.; PRATA, M. C. A. O carrapato dos bovinos e a resistência: temos o que comemorar? **A Hora Veterinária**, v.27, p.1-7, 2007.

GRISI, L.; LEITE, R. C.; MARTINS, J. R.; BARROS, A. T.; CANCADO, P. H. D. Reassessment of economic impact by cattle parasites in Brazil. **Revista Brasileira de Veterinary Parasitology**, v. 23, p. 150-156, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014042>

HIGA, L.O.S.; GARCIA, M.V.; BARROS, J.C.; KOLLER, W.W.; ANDREOTTI, R. Acaricide Resistance Status of the *Rhipicephalus microplus* in Brazil: A Literature

Overview. **Medicinal Chemistry**, v. 5, n. 7, p. 326-333, 2015. <https://doi.org/10.4172/2161-0444.1000281>

HIGA, L.D.O.S.; GARCIA, M.V.; RODRIGUES, V.D.S.; JUNIOR, P.B.; BARRADAS PINA, F.T.; BARROS, J.C.; ANDREOTTI, R. Effects of cypermethrin, chlorpyrifos and piperonyl butoxide-based pour-on and spray acaricides on controlling the tick *Rhipicephalus microplus*. **Systematic and Applied Acarology**, v. 24, p.278–286, 2019. <https://doi.org/10.11158/saa.24.2.10>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **IBGE 2020**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/31722-ppm-2020-rebanho-bovino-cresce-1-5-e-chega-a-218-2-milhoes-de-cabecas>

KHETRAPAL, M.; VODWAL, L. Botanical pesticides: An upcoming tool for plant protection **International Journal of Advanced Research**, v. 4, p. 1778-1784, 2016. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/1986>

KLAFKE, G.; WEBSTER, A.; AGNOL, B.D.; PRADEL, E.; SILVA, J.; DE LA CANAL, L.H.; BECKER, M.; OSÓRIO, M.F.; MANSSON, M.; BARRETO, R.; SCHEFFER, R.; SOUZA, U.A.; CORASSINI, V.B.; DOS SANTOS, J.; RECK, J.; MARTINS, J.R. Multiple resistance to acaricides in field populations of *Rhipicephalus microplus* from Rio Grande do Sul state. Southern Brazil **Ticks Tick Borne Diseases**, v. 8, n.1, p. 73-80, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2016.09.019>

LEW-TABOR, A.E.; RODRIGUEZ VALLE, M. A review of reverse vaccinology approaches for the development of vaccines against ticks and tick-borne diseases. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 7, p. 573-585, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2015.12.012>

MIRESMAILLI, S.; ISMAN, M.B. Botanical insecticides inspired by plant-herbivore chemical interactions. **Trends in Plant Science**, v. 19, p. 29-35, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2013.10.002>

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D.G. The PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: **The PRISMA Statement**. 2009. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

MONTEIRO, I.N.; MONTEIRO, O.D.S.; COSTA-JUNIOR, L.M.; DA SILVA, L.A.; ANDRADE, E.H.A.; MAIA, J.G.S.; MOUCHREK FILHO, V.E. Chemical composition and acaricide activity of an essential oil from a rare chemotype of *Cinnamomum verum* Presl on *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology**, v. 238, p. 54-57, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.03.016>

NAVA, S.; ESTRADA-PEÑA, A.; PETNEY, T.; BAETI, L.; LABRUNA, M.B.; MATIAS P.J. S., VENZAL, J. M., MASTROPAOLO, M.; MANGOLD, A. J.; GUGLIELMONE, A. A. The taxonomic status of *Rhipicephalus sanguineus*

(Latreille, 1806), **Veterinary Parasitology**, v. 208, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.12.021>

NWANADE, C. F.; WANG, M.; WANG, T.; YU, Z.; LIU, J. Botanical acaricides and repellents in tick control: current status and future directions. **Experimental and Applied Acarology**, v. 81, n. 1, p. 1-35, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10493-020-00489-z>

OLIVEIRA, R.A.; REIS, T.V.; SACRAMENTO, C.K.; DUARTE, L.P.; OLIVEIRA, F.F. Constituintes químicos voláteis de especiarias ricas em eugenol. **Revista Brasileira Farmácia**, v.19, n. 3, p. 771-775, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2009000500020>

PAVELA, R.; BENELLI, G. Essential oils as ecofriendly biopesticides? Challenges and constraints. **Trends in Plant Science**, v. 21, p. 1000-1007, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.10.005>

PEIXOTO, M.G.; COSTA-JÚNIOR, L.M.; BLANK, A.F.; LIMA, A.S.; MENEZES, T.S.A.; SANTOS, D.A.; ALVES, P.B.; CAVALCANTI, S.C.H.; BACCI, L.; ARRIGONI-BLANK, M.F. Acaricidal activity of essential oils from *Lippia alba* genotypes and its major components carvone, limonene, and citral against *Rhipicephalus microplus*. **Veterinary Parasitology**, v. 210, p. 118-122, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.03.010>

RECK, J.; KLAFKE, G.M.; WEBSTER, A.; DALL'AGNOL, B.; SCHEFFER, R.; SOUZA, U.A.; CORASSINI, V.B.; VARGAS, R.; DOS SANTOS, J.S.; MARTINS, J.R. First report of fluazuron resistance in *Rhipicephalus microplus*: a field tick population resistant to six classes of acaricides. **Veterinary Parasitology**, v. 201 (1-2), p. 128-136, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.01.012>

RODRIGUEZ-VIVAS, R.I.; OJEDA-CHI, M.M.; TRINIDAD-MARTINEZ, I.; PÉREZ DE LEÓN, A.A. First documentation of ivermectin resistance in *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology**, v. 233, p. 9-13, 2017a. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.11.015>

RODRIGUEZ-VIVAS, R.I.; OJEDA-CHI, M.M.; TRINIDAD-MARTINEZ, I.; BOLIO-GONZÁLEZ, M.E. First report of amitraz and cypermethrin resistance in *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato infesting dogs in Mexico. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 31, n. 1, p.72-77, 2017b. <https://doi.org/10.1111/mve.12207>

ROSADO-AGUILAR, J.A.; ARJONA-CAMBRANES, K.; TORRES-ACOSTA, J.F.J.; RODRÍGUEZ-VIVAS, R.I.; BOLIO-GONZÁLEZ, M.E.; ORTEGA-PACHECO, A.; ALZINA-LÓPEZ, A.; GUTIÉRREZ-RUIZ, E.J.; GUTIÉRREZ-BLANCO, E.; AGUILAR-CABALLERO, A.J. Plant products and secondary metabolites with acaricide activity against ticks. **Veterinary Parasitology**, v. 238, p. 66-76, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.03.023>

SUN, Y.; XU, R.; LIU, Z.; WU, M.; QIN, T. *Ornithodoros* (*Ornithodoros*) *huajianensis* sp. (Acari, Argasidae), a new tick species from the Mongolian

marmot (*Marmota bobak sibirica*), Gansu province in China. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, v. 9, p. 209-217, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2019.05.001>

TOMLINSON, J.A.; APANASKEVICH, D.A. Two new species of *Haemaphysalis* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae) in the *H. (Rhipistoma) spinulosa* subgroup, parasites of carnivores and hedgehogs in Africa. **Systematic Parasitology**, v. 96, p. 485-509, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11230-019-09860-0>

TUCKER, N.S.G.; WEEKS, E.N.I.; KAUFMAN, P.E. Prevalence and distribution of pathogen infection and permethrin resistance in tropical and temperate populations of *Rhipicephalus sanguineus* s.l. collected worldwide. **Medical and Veterinary Entomology**, 2020. <https://doi.org/10.1111/mve.12479>

VENZAL, J.M.; CASTILLO, G.N.; GONZALEZ-RIVAS, C.J.; MANGOLD, A.J.; NAVA, S. Description of *Ornithodoros montensis* n. sp. (Acari, Ixodida: Argasidae), a parasite of the toad *Rhinella arenarum* (Amphibia, Anura: Bufonidae) in the Monte Desert of Argentina. **Experimental and Applied Acarology**, v. 78, p. 133-147, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10493-019-00372-6>

# AVALIAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS REPELENTES PARA CARRAPATOS

**Caio Pavão Tavares**

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Depto. Patologia, Maranhão, MA, Brasil

**Isabella Chaves Sousa**

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Depto. Patologia, Maranhão, MA, Brasil

**Tássia Lopes do Vale**

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Depto. Patologia, Maranhão, MA, Brasil

**Matheus Nobate Gomes**

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Depto. Patologia, Maranhão, MA, Brasil

**Geovane Ferreira da Silva**

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Depto. Patologia, Maranhão, MA, Brasil

**Jhone Robson da Silva Costa**

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Depto. Patologia, Maranhão, MA, Brasil

**Aldilene da Silva Lima**

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Depto. Química, Maranhão, MA, Brasil

**Naylene Carvalho Sales da Silva**

Faculdade Uninassau, Campus São Luis, Maranhão, MA, Brasil.

**Livio Martins Costa-Júnior**

\*Palestrante

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Depto., Maranhão, MA, Brasil.

## RESUMO

Os carrapatos são ectoparasitos com importância médica e veterinária, se tornando um grande problema para os seus hospedeiros. O controle com o uso de substâncias carrapaticidas vem selecionando populações resistentes e na grande maioria não impede a transmissão de doenças. As substâncias repelentes são utilizadas e devem ser melhor exploradas ainda para controle e carrapatos e doenças transmitidas. Nesse capítulo apresentamos e discutimos os produtos sintéticos e naturais com comprovada ação repelente, os bioensaios para avaliação da ação repelente e as novas perspectivas para repelentes de origem natural.

**Palavras-chave:** produtos naturais, voláteis, repelente

## EVALUATION OF TICK REPELLENT SUBSTANCES

### SUMMARY

Ticks are ectoparasites with medical and veterinary importance, becoming a significant problem for their hosts. Control with the use of tick substances has been selecting resistant populations, and, for the most part, it does not prevent the transmission of diseases. Repellent substances are used and should be further explored to control ticks and tick-borne diseases. This chapter presents and discusses synthetic and natural products with proven repellent action, bioassays to evaluate the repellent effect, and new perspectives for repellents of natural origin.

**Keywords:** natural compound, volatile, repellent

## INTRODUÇÃO

Os carrapatos (Acari: Ixodidae) são ectoparasitos hematófagos de diversos animais, incluindo o homem. Além de causar perda de sangue, irritação e hipersensibilidade, são vetores de diferentes patógenos como *Babesia* spp., *Ehrlichia* spp., *Rickettsia* spp., *Borrelia* spp. entre outros (Hauck et al., 2020; Obregon et al., 2020; Bloch et al., 2019; Ebel et al., 2010; Dantas-Torres et al., 2010). Logo, o contato com os carrapatos provoca prejuízos à saúde humana e animal e conseqüentemente a economia (Grisi et al., 2014). Os compostos repelentes são substâncias que atuam de forma local ou a distância impedindo o artrópode de pousar ou se fixar e se alimentar em seus hospedeiros e conseqüentemente prevenindo a infecção de doenças por eles transmitidas.

Apesar de atualmente a grande maioria dos produtos inseticidas, carrapaticidas ou repelentes serem baseados em compostos sintéticos, a importância da descoberta e utilização de compostos naturais para estes fins remonta tempos antigos. Os piretróides, por exemplo, são análogos sintéticos das piretrinas, substâncias de origem vegetal extraídas a partir das flores do crisântemo (*Tanacetum cinerariifolium*), que possuem relatos de utilização para fins inseticidas desde 400 A.C. As piretrinas, apesar de possuírem boa ação inseticida e repelente, eram ambientalmente instáveis. Modificações estruturais foram então realizadas em suas moléculas, levando ao surgimento de compostos mais estáveis, os piretróides sintéticos, na década de 70, sendo estes essenciais para contornar problemas enfrentados com a alta toxicidade e as contaminações ambientais dos inseticidas utilizados naquela época (Ensley, 2018).

O uso de ingredientes ativos de fontes naturais de plantas têm sido uma área promissora para a descoberta e desenvolvimento de novos produtos repelentes, devido uma ampla biodiversidade de plantas com diferentes composições químicas e efeitos biológicos, além de ser mais sustentável e menos tóxico ao hospedeiro (Bissinger e Roe, 2010). Extratos e óleos essenciais de plantas tem demonstrado serem potentes preparações para repelir carrapatos (Pavela et al., 2016).

## Produtos repelentes usados em cães

O carrapato marrom dos cães (*Rhipicephalus sanguineus*) tem comportamento nidícola que facilmente parasita os seus hospedeiros por terem um contato estreito no ambiente (Labruna e Pereira, 2001). Este carrapato é um dos principais parasitos de cães de área urbana (Costa-Junior et al., 2012) e as substâncias repelentes têm um papel primordial para controle e prevenção de infestações de carrapatos e doenças transmitidas por esses artrópodes. No mercado encontramos diferentes produtos para cães com poder de repelência sobre carrapatos. Entre esses produtos, coleiras inseticidas e repelentes que são impregnadas com compostos sintéticos, principalmente piretróides associados a outros compostos, são as mais utilizadas. Como exemplo temos a Scalibor® (Deltametrina, MSD Saúde Animal), Leevre® (associação de Deltametrina e Propoxur, Ourofino Saúde Animal) e Seresto® (associação de Flumetrina e Imidacloprid, Bayer Saúde Animal). Esses compostos têm liberação controlada e lenta, fornecendo um poder carrapaticida e repelente a carrapatos e insetos por até oito meses, a depender da formulação. Também existe no mercado outros tipos de coleiras que possuem produtos naturais como princípio ativo repelente, como as das marcas Pet100® (Óleo essencial de citronela - *Cymbopogon winterianus*, Alivet Saúde Animal) e Coleira Erva de Santa Maria (associação de extratos de Erva de Santa Maria - *Dysphania ambrosioides*, Cidrô - *Aloysia triphylla*, Neem - *Azadirachta indica*, Óleo de Citronela - *C. winterianus* e outros compostos, Zen Animal). Entretanto essas coleiras ainda necessitam de estudos científicos mais aprofundados para a comprovação da sua eficácia. Bandanas repelentes impregnadas com permetrina (piretróide sintético), se caracterizam como outra forma de apresentação de produtos repelentes no mercado brasileiro e que segundo o fabricante (ProCão®), permanece eficaz mesmo após 50 lavagens.

Aproximadamente 85% dos médicos veterinários clínicos de pequenos animais no Brasil recomendam o uso de coleiras repelentes e inseticidas em cães como profilaxia de carrapatos, pulgas, flebotomíneos e mosquitos, bem como as doenças transmitidas por esses parasitos. Entretanto, é necessário ter cautela e acompanhamento dos cães pois aproximadamente 58% dos veterinários relataram algum tipo de irritação na pele ou pelo dos cães associado

ao uso de coleiras repelentes (Vale et al., in press). Este tipo de sensibilidade se deve a alta concentração de piretróides sintéticos, o que pode provocar irritação na pele, olhos e problemas neurológicos, como efeitos colaterais (Nguyen et al., 2018).

### **Produtos repelentes usados em humanos**

Diversas substâncias repelentes são utilizadas em humanos para prevenir a infestação por carrapatos e conseqüentemente a transmissão de doenças. O uso dessas substâncias é muito importante para pessoas que transitem frequentemente entre o ambiente urbano e rural, principalmente em área de mata e com ocorrência de doenças transmitidas por carrapatos. Os compostos sintéticos DEET (N,N-dietil-meta-toluamida), icaridina e IR3535 (butil acetil amino propionato de etila) para uso direto na pele e a permetrina (piretroide sintéticos) para impregnação em roupas e outros tecidos são muito utilizados como repelentes em seres humanos. É importante levar em consideração que o uso do DEET pode apresentar neurotoxicidade quando aplicado sob o sol (Swale e Bloomquist, 2019) e a IR3535 irritação nos olhos (Tavares et al., 2018). A icaridina (também conhecida como picaridina) é também um composto sintético com propriedades repelentes a insetos e carrapatos que inicialmente foi isolada da pimenta, apresentando uma menor taxa de irritação na pele que os outros compostos repelentes usados em humanos (Nguyen et al., 2018).

Alguns compostos naturais (Eucalipto limão - *Corymbia citriodora*, erva gateira - *Nepeta cataria* e Citronela – *Cymbopogon nardus*) já são aprovados como repelentes para uso humano pela EPA (Agência americana de proteção ambiental). Entretanto, somente o 2-undecanone tem indicação como repelente para carrapatos, sendo originalmente isolado dos tricomas glandulares do tomate selvagem e depois sintetizado (Nguyen et al., 2018).

### **Produtos repelentes usados em bovinos**

Os bovinos em regiões tropicais e subtropicais são intensamente infestados com o carrapato *Rhipicephalus microplus* (Rodriguez-Vivas et al., 2018; Upadhaya et al., 2020). Existem a venda no mercado brincos com atividade inseticida e repelente tendo como principio ativo piretróides sintéticos. Esses brincos repelentes são mais indicados para o controle de moscas dos chifres (*Haematobia irritans*) e dos estábulos (*Stomoxys calcitrans*) e muito

pouco para o carrapato *R. microplus*, visto que a infestação se dá principalmente na parte inferior do corpo. As larvas de *R. microplus* ficam na ponta da pastagem aguardando a passagem dos animais para se fixarem, iniciando uma nova infestação. Por este motivo, analisando o ciclo do carrapato bovino, os efeitos da aplicação de uma substância repelente devem atingir também o nível da pastagem, no entanto, o orvalho do início da manhã retira todos os dias esse composto, e reduz a atividade repelente. Este fator dificulta o desenvolvimento de produtos repelentes para o controle de *R. microplus*. Apesar disso, essa espécie pode ser utilizada como modelo biológico para testes e desenvolvimento de produtos repelentes para o controle de outras espécies de carrapatos.

### **Bioensaios**

Para avaliação da eficácia e do desenvolvimento de novos produtos repelentes são realizados diferentes tipos de bioensaios *in vitro*, dentre os quais apresentaremos aqui os principais.

A grande maioria dos carrapatos apresenta geotropismo negativo para facilitar o encontro com o hospedeiro. Dessa forma, este princípio é utilizado em bioensaios que visam a avaliação da eficácia repelente. Os testes com este princípio (geotropismo) utilizam um aparato composto por um utensílio inerte que pode ser bastão de vidro (Lima et al., 2015), palito de picolé (Verissimo e Piglione, 1988), couro, bambu (Chagas e Rabelo, 2012), ou papel de filtro (Carroll et al., 2005) preso em uma base onde serão colocados os carrapatos. Verifica-se o percentual de carrapatos que sobe a estrutura e ultrapassam uma área impregnada na parte superior desses diferentes tipos de utensílios utilizados. Aliando este princípio (geotropismo) ao poder de atratividade da pele de humanos, existe um teste onde é impregnado diretamente ou um tecido que se coloca na falange e esta se posiciona de modo vertical ao local onde estão os carrapatos, sendo observado o comportamento dos carrapatos após entrarem em contato com a área impregnada (Schreck et al., 1995). A utilização do dedo humano é uma boa estratégia pois simula melhor o poder de repelência em seres humanos (Weldon et al., 2011).

A utilização de olfatômetros constitui um outro tipo de teste onde o carrapato se move de forma horizontal a uma fonte de odor (atração) ou se distancia da mesma (repelência). O olfatômetro de dupla escolha em Y é um dos

mais utilizados o qual é de escolha onde dois odores são colocados e o carrapato escolhe um deles ou retorna ao braço do Y (Debbuon et al., 2006). Outro olfatômetro utilizado é o de Arena, uma base é utilizada e apenas um odor é colocado, verificando a atração ou repelência do composto (Eiras et al., 1995). Esses olfatômetros utilizam um fluxo de ar limpo e controlado sobre uma fonte de odor para a liberação da substância no aparato.

Outro exemplo de bioensaio é do tipo placa de petri ou vidro de relógio, que também utiliza uma movimentação horizontal, mas sem fluxo de ar (Bissinger e Roe, 2010), no qual é impregnado uma área de um papel de filtro para verificar a movimentação dos carrapatos na placa e assim avaliar o poder repelente da substância.

A eficiência de todos os bioensaios de repelência dependerá de alguns fatores muito importantes como 1) o tipo de material tratado (o poder de absorção, espessura, e interação com os compostos testados), 2) a determinação do tempo para a introdução dos carrapatos após a aplicação do produto, 3) o tempo de exposição, 4) a espécie de carrapato, 5) fatores ambientais e 6) quantidade de carrapato utilizado em cada teste. Este último item precisa ser muito bem observado pois deve garantir uma segurança ao teste com relação à quantidade de carrapatos disponíveis. Quanto maior o número de carrapatos por grupo de tratamento e quanto maior o número de repetições, mais confiáveis serão os dados obtidos para o cálculo da concentração de repelência para 50% da população (CR<sub>50</sub>). A determinação da CR<sub>50</sub> é realizada de forma semelhante à determinação das concentrações letais (CL<sub>50</sub>) ou concentrações inibitórias (CI<sub>50</sub>) para 50% da população através de regressão não linear ou probit.

### **Compostos naturais repelentes**

Na busca por novas fontes e novos compostos com poder de repelência, uma das estratégias utilizadas é a análise do comportamento animal (zoofarmacognosia). Nesse tipo de observação nota-se que alguns animais apresentam comportamentos que fazem com que se protejam de carrapatos e insetos. O comportamento de esfregar folhas e o bagaço de laranja ou outras espécies aromáticas da família Rutaceae na pele, pelo ou penas foi observado em macaco prego (*Cebus apella*), iraquana dos paiús (*Quiscalus major*), Coati (*Nasua narica*) e outros mamíferos e aves (Weldon e Carroll, 2007). Essas

plantas posteriormente foram confirmadas como repelentes de insetos e carrapatos, além de inseticida e carrapaticida (Hink et al., 1988; Chungsamarnyart e Jansawan, 1996; Weldon et al., 2011). Entretanto os compostos majoritários isolados de diversas espécies de *Citrus* (D-limoneno) apresentou baixa atividade repelente enquanto compostos presentes em menores concentração, como R e S-Carvona apresentaram boa atividade repelente contra carrapato (Weldon et al., 2011).

O nosso grupo de pesquisa, utilizando larvas de *R. microplus* como modelo biológico, avaliou a atividade repelente do óleo essencial e dos componentes majoritários de dois genótipos de erva cidreira brasileira (*Lippia alba*) (Lima et al., 2016). Os genótipos apresentaram concentrações diferentes dos monoterpenos Carvona e Limoneno, e comprovamos que os enantiômeros de Carvona são mais ativos do que os de Limoneno. Entretanto, o óleo essencial é muito mais ativo como repelente do que qualquer um dos compostos majoritários isoladamente (Lima et al., 2016). Prospecção com diversos óleos essenciais demonstrou que o óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*) tem altíssima eficiência repelente contra *Amblyomma americanum*, um carrapato de extrema importância para a transmissão da febre maculosa em vários países. O óleo essencial de orégano apresentou uma concentração repelente (CR<sub>50</sub>) de 0,113 mg/cm<sup>2</sup> e o DEET uma CR<sub>50</sub> de 0,02 mg/cm<sup>2</sup>, dessa forma é possível notar que o DEET é apenas cinco vezes mais ativo (Meng et al., 2016).

É muito importante ressaltar que existe uma diferença entre óleo essencial e óleo fixo. O óleo essencial é composto por moléculas menores que apresentam função de defesa da planta contra predadores ou atração de polinizadores. O óleo fixo tem a função primordial de reserva energética do vegetal. Em um trabalho realizado por Zu et al. (2018) foi testado o óleo fixo de coco (*Cocos nucifera*) em diversos insetos e também sobre duas espécies de carrapatos (*A. americanum* e *R. sanguineus*) encontrando alto poder de repelência. Esse estudo abre a possibilidade de que outros óleos vegetais possam apresentar alta atividade repelente.

## Novas perspectivas para repelentes de origem natural

Diversas características restringem o uso de produtos naturais com ação repelente, como a rápida volatilização, curto tempo de ação, permeação através da pele e toxicidade (Roma Paumgarten et al., 2016). A aplicação de óleos essenciais na pele, por exemplo, não é recomendada devido ao desagradável aspecto oleoso deixado, à possibilidade de irritação dérmica, baixa estabilidade química e pouco tempo de ação. Assim, o desenvolvimento de formulações em veículos fisiologicamente aceitáveis pode promover e disseminar o uso de repelentes naturais.

As novas perspectivas de formulações repelente de carrapatos são baseadas em sistemas de liberação controlada, que são capazes de suportar a liberação dos ativos repelentes, fornecendo redução da taxa de volatilização, liberação prolongada, maior duração do efeito repelente, redução da permeação e toxicidade (Tavares et al., 2018).

Ensaio com essas ferramentas são promissores, uma vez que constituem uma abordagem que modifica as propriedades físico-químicas das moléculas ou óleos encapsulados e complexados. A complexação do óleo obtido de *Melaleuca alternifolia* com ciclodextrinas, culminou no aumento significativo do tempo de repelência sobre larvas do carrapato *Rhipicephalus australis* (Yim et al., 2016). Outras formas descritas para incorporação de substâncias e óleos oriundos de espécies vegetais são a utilização de micro e nanocápsulas poliméricas, micro sólidos lipídicos, nanopartículas, nanoemulsões/microemulsões, lipossomas e micelas de hidrogéis, que podem atingir o mercado nos próximos anos (Nogueira-Barradas et al., 2016).

O nosso grupo de pesquisa realizou o encapsulamento do monoterpene Carvacrol, um dos compostos do óleo essencial de *Lippia gracilis* (Lima et al., 2019). O encapsulamento em parede celular de levedura foi comprovado através de microscopia eletrônica de varredura e de espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier. Verificamos que o carvacrol encapsulado apresentou aumento na taxa de mortalidade de larvas, aumento da atividade repelente e diminuição da volatilização do carvacrol. O poder de repelência do encapsulado se aproximou do DEET (Lima et al., 2019).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Na busca por melhores alternativas para o controle de carrapatos encontra-se a utilização de plantas com propriedades repelentes. Contudo, algumas dificuldades ainda restringem o uso de espécies vegetais como repelente para carrapatos. Em contrapartida, esse cenário vem se modificando com a descoberta de novas substâncias e o desenvolvimento de ferramentas biotecnológicas, o que tem possibilitado cada vez mais o uso de plantas para esse fim e contribuindo para tornar seus bioprodutos mais competitivos.

## REFERÊNCIAS

BISSINGER, B. W.; ROE, R. M. (2010). Tick repellents: Past, present, and future. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.96, n.2, p.63–79, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2009.09.010>

BLOCH, E. M.; KUMAR, S.; KRAUSE, P. J. Persistence of Babesia microti infection in humans. **Pathogens**, v.8, n.3, p.102, 2019. <https://doi.org/10.3390/pathogens8030102>

CARROLL, J. F.; KLUN, J. A.; DEBBOUN, M. Repellency of deet and SS220 applied to skin involves olfactory sensing by two species of ticks. **Medical and Veterinary Entomology**, v.19, n.1, p.101–106, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.0269-283X.2005.00559.x>

CHAGAS, A.C.S.; RABELO, M.D. **Método para detecção de substâncias com atividade repelente sobre larvas do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus***: revisão e recomendações. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2012.

CHUNGSAMARNYART, N.; JANSAWAN, W. Acaricidal activity of peel oil of Citrus spp. on *Boophilus microplus*. **Kasetsart Journal (Nat Sci)**. v.30, p.112-117, 1996.

COSTA-JUNIOR, L. M.; REMBECK, K.; MENDONÇA, F. L. DE M.; AZEVEDO, S. C.; PASSOS, L. M. F.; RIBEIRO, M. F. B. Occurrence of ectoparasites on dogs in rural regions of the state of Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.21, n.3, p.237–242, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612012000300011>

DANTAS-TORRES, F. Biology and ecology of the brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus*. **Parasites & vectors**, v.3, n.1, 26, 2010. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-3-26>

DEBBOUN, M.; FRANCES, S. P.; STRICKMAN, D. **Insect repellents**: principles, methods, and uses. CRC press, 2006. <https://doi.org/10.1201/9781420006650>

EBEL, G. D. Update on Powassan virus: emergence of a North American tick-borne flavivirus. **Annual review of entomology**, v.55, p.95-110, 2010. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-112408-085446>

EIRAS, A. E.; CAVALCANTI, M. G.; MENDONÇA, F. A.; VILELA, E. F. Modelo de olfatômetro para avaliar o comportamento de insetos que caminham para a fonte de estímulo. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15**, p. 12-17, 1995.

ENSLEY, S. M. Pyrethrins and Pyrethroids. In: GUPTA, R.C. **Veterinary Toxicology**: basic and clinical principles. 3 ed. Amsterdam: Elsevier: Academic Press, 2018. cap. 39, p. 515-520. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811410-0.00039-8>

GRISI, L.; LEITE, R. C.; MARTINS, J. R. D. S.; BARROS, A. T. M. D.; ANDREOTTI, R.; CANÇADO, P. H. D.; PÉREZ DE LEÓN, A. A.; PEREIRA, J. B.; VILLELA, H. S. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.23, n.2, p.150-156, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014042>

HAUCK, D.; JORDAN, D.; SPRINGER, A.; SCHUNACK, B.; PACHNICKE, S.; FINGERLE, V.; STRUBE, C. Transovarial transmission of *Borrelia* spp., *Rickettsia* spp. and *Anaplasma phagocytophilum* in *Ixodes ricinus* under field conditions extrapolated from DNA detection in questing larvae. **Parasites & Vectors**, v.13, n.1, p.1-11, 2020. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04049-7>

HINK, W.F.; LIBERATI, T.A.; COLLART, M.G. Toxicity of linalool to life stages of the cat flea, *Ctenocephalides felis* (Siphonaptera: Pulicidae), and its efficacy in carpet and on animals. **Journal of Medical Entomology**, v.25, p.1-4, 1998. <https://doi.org/10.1093/jmedent/25.1.1>

LABRUNA, M. B.; PEREIRA, M. D. C. Carrapato em cães no Brasil. **Clínica Veterinária**, v. 6, n.30, p.24-32, 2001.

LIMA, A. D. S.; LANDULFO, G. A.; COSTA-JUNIOR, L. M. Repellent effects of encapsulated carvacrol on the *Rhipicephalus* (Boophilus) *microplus* (Acari: Ixodidae). **Journal of medical entomology**, v.56, n.3, p.881-885, 2019. <https://doi.org/10.1093/jme/tjy240>

LIMA, A.S.; CARVALHO, J.F.; PEIXOTO, M. G.; BLANK, A. F.; BORGES, L. M. F.; COSTA JUNIOR, L. M. Assessment of the repellent effect of *Lippia alba* essential oil and major monoterpenes on the cattle tick *Rhipicephalus microplus*. **Medical and Veterinary Entomology**, v.30, n.1, p.73–77, 2015. <https://doi.org/10.1111/mve.12140>

MENG, H.; LI, A.Y.; COSTA JUNIOR, L.M.; CASTRO-ARELLANO, I.; LIU, J. Evaluation of DEET and eight essential oils for repellency against nymphs of the lone star tick, *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae). **Experimental & Applied Acarology**, v.68, p.241-249, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10493-015-9994-0>

NOGUEIRA BARRADAS, T.; PERDIZ SENNA, J.; RICCI JUNIOR, E.; REGINA ELIAS MANSUR, C. Polymer-based drug delivery systems applied to insects repellents devices: A review. **Current drug delivery**, v.13, n.2, p.221-235, 2016. <https://doi.org/10.2174/1567201813666151207110515>

NUGYEN, Q.B.D.; VU, M.A.N.; HEBERT, A.A. Insect repellents: an updated review for the clinician. **Journal of the American Academy of Dermatology**, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2018.10.053>

OBREGÓN, D.; CORONA-GONZÁLEZ, B.; DÍAZ-SÁNCHEZ, A. A.; ARMAS, Y.; ROQUE, E.; SENA OLIVEIRA, M. C.; CABEZAS-CRUZ, A. Efficient transovarial transmission of *Babesia* spp. in *Rhipicephalus microplus* ticks fed on Water

Buffalo (*Bubalus bubalis*). **Pathogens**, v.9, n.4, p.280, 2020.  
<https://doi.org/10.3390/pathogens9040280>

PAVELA, R. History, presence and perspective of using plant extracts as commercial botanical insecticides and farm products for protection against insects—a review. **Plant Protection Science**, v.52, n.4, p.229-241, 2016.  
<https://doi.org/10.17221/31/2016-PPS>

RODRIGUEZ-VIVAS, R. I.; JONSSON, N. N.; BHUSHAN, C. Strategies for the control of *Rhipicephalus microplus* ticks in a world of conventional acaricide and macrocyclic lactone resistance. **Parasitology Research**, v.117, p.3-29, 2018.  
<https://doi.org/10.1007/s00436-017-5677-6>

ROMA PAUMGARTTEN, F. J.; DELGADO, I. F. Mosquito repellents, effectiveness in preventing diseases and safety during pregnancy. **Vigilância sanitária em debate - Sociedade Ciência & Tecnologia**, v.4, n.2, p.97-104, 2016.

SCHRECK, C. E.; FISH, D.; MCGOVERN, T. P. Activity of repellents applied to skin for protection against *Amblyomma americanum* and *Ixodes scapularis* ticks (Acari: Ixodidae). **Journal of American Mosquito Control Association**, v.11, n.1, p.136-40, 1995.

SWALE, D.R.; BLOOMQUIST, J.R. Is DEET a dangerous neurotoxicant? **Pest Management Science**, v.75, p.2068-2070, 2019.  
<https://doi.org/10.1002/ps.5476>

TAVARES, M.; SILVA, M. R. M.; SIQUEIRA, L. B. D. O.; RODRIGUES, R. A. S.; BODJOLLE-D'ALMEIDA, L.; DOS SANTOS, E. P.; RICCI-JÚNIOR, E. (2018). Trends in insect repellent formulations: A review. **International journal of pharmaceuticals**, v.539, n.1-2, 190-209.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2018.01.046>

UPADHAYA, D.; KUMAR, B.; KUMAR, S.; SHARMA, A. K.; FULAR, A.; BISHT, N.; SRIVASTAVA, S.; BORUAH, R. R.; NAGAR, G.; SHAKYA, M.; NATH, T. NANDI, S.P., S, K., GHOSH, S., 2020. Characterization of acaricide resistance in *Rhipicephalus microplus* populations infesting cattle in northeastern India and assessment of local plant extracts for tick management. **Veterinary Parasitology**, v.277, 109011, 2020.  
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.109011>

VERÍSSIMO, C.J.; PIGLIONE, R. Comportamento de larvas de carrapato diante de uma substância repelente. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.65, p.75, 1998.

WELDON, P. J.; CARROLL, J. F. Vertebrate chemical defense: secreted and topically acquired deterrents of arthropods. **Insect Repellents. Principles, Methods, and Users**. CRC Press Taylor & Francis Group, p47-74, 2007.  
<https://doi.org/10.1201/9781420006650.ch3>

WELDON, P. J.; CARROLL, J. F.; KRAMER, M.; BEDOUKIAN, R. H.; COLEMAN, R. E.; BERNIER, U. R. Anointing chemicals and hematophagous arthropods: responses by ticks and mosquitoes to citrus (Rutaceae) peel exudates and monoterpene components. **Journal of chemical ecology**, v.37, n.4, p.348-359, 2011. <https://doi.org/10.1007/s10886-011-9922-7>

YIM, W. T.; BHANDARI, B.; JACKSON, L.; JAMES, P. Repellent effects of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil against cattle tick larvae (*Rhipicephalus australis*) when formulated as emulsions and in  $\beta$ -cyclodextrin inclusion complexes. **Veterinary parasitology**, v.225, p.99-103, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.06.007>

ZHU, J.J.; CERMAK, S.C.; KENAR, J.A.; BREWER, G.; HAYNES, K.F.; BOXLER, D.; BAKER, P.D.; WANG, D.; WANG, C.; LI, A.Y.; XUE, R.D.; SHEN, Y.; WANG, F.; AGRAMONTE, N.M.; BERNIER, U.R.; OLIVEIRA FILHO, J.G.; BORGES, L.M.F.; FRIESEN, K.; TAYLOR, D.B. Better than DEET Repellent Compounds Derived from Coconut Oil. **Scientific Report**, v.8, n.1, 14053, 2018. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32373-7>

# RAÇAS DE CÃES E ASININOS QUE ATRAEM E REPELEM CARRAPATOS

Lígia Miranda Ferreira Borges

Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil.

## RESUMO

Sinais químicos como os cairomônios e feromônios são importantes para os carrapatos encontrarem hospedeiros viáveis e coespecíficos para o acasalamento. Sabe-se que há espécies de hospedeiros resistentes, pois são menos parasitadas e os carrapatos que neles se alimentam tem seu desenvolvimento comprometido. Usando dois modelos de interações entre carrapatos e hospedeiros: *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato e cães das raças beagle e cocker spaniel inglês; e a de *Amblyomma sculptum*, asininos e equinos foi possível demonstrar que hospedeiros resistentes produzem alomônio que repelem os carrapatos. Quando comparando o desenvolvimento de *R. sanguineus* s.l. em cães das raças beagle e cocker spaniel inglês, foi observada uma menor susceptibilidade dos beagles. Posteriormente foi demonstrado que beagles são menos parasitados porque produzem dois compostos repelentes, 2-hexanona e benzaldeído. A partir deste conhecimento foi avaliado o uso destes compostos para o controle deste carrapato em animais sensíveis (cocker spaniel inglês). Este estudo demonstrou, pela primeira vez, o uso potencial de uma formulação baseada em um alomônio (repelente) para redução de infestação por *R. sanguineus* s.l. em cães sensíveis. A partir dos resultados mostrados acima, foi desenvolvido um estudo para avaliar se asininos, os quais são hospedeiros resistentes ao *A. sculptum* também produzem repelentes. O sebo de asininos e cavalos (hospedeiro susceptível) foi colhido e analisado por cromatografia gasosa e espectrometria de massa. Cinco principais compostos foram identificados em ambas as espécies sendo que não houve atração ou repelência para nenhum destes compostos. Por outro lado, um composto exclusivo de asininos (E)-2-octenal, foi repelente para *A. sculptum*. Assim como observado na interação entre *R. sanguineus* s.l. e cães resistentes, os resultados indicam que hospedeiros resistentes ao *A. sculptum* também produzem um composto repelente para este carrapato.

**Palavras-chave:** *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato, *Amblyomma sculptum*, alomônio, controle.

## DOG AND DONKEY BREEDS THAT ATTRACT AND REPEL TICKS

### SUMMARY

Chemical signals such as kairomones and pheromones are important for ticks to find proper hosts and co-specifics for mating. Resistant host species are known to be less parasitized and the ticks that feed on them have their development impaired. Using two models of tick-host interactions: *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato and dogs from two different breeds: English cocker spaniel and beagle; and *Amblyomma sculptum*, donkeys and horses it was possible to show that resistant hosts produce allomones that repel ticks. When comparing the development of *R. sanguineus* s.l. in beagle and English cocker spaniel dogs, it was demonstrated that beagles were less susceptible. Later it was shown that beagles are less parasitized because they produce two repellent compounds, 2hexanone and benzaldehyde. From this knowledge was evaluated the use of these compounds to control this tick in susceptible animals (English cocker spaniel). This study demonstrated for the first time the potential use of an allomone based formulation (repellent) to reduce *R. sanguineus* s.l. in susceptible dogs. From the results shown above, a study was conducted to evaluate whether donkeys, which are considered as resistant hosts to *A. sculptum*, also produce repellents. Donkeys and horses (susceptible host) sebum was collected and analysed by gas chromatography and mass spectrometry. Five major compounds were identified in both species and there was no attraction or repellency to either of these compounds. On the other hand, an exclusive compound of donkeys (E) -2-octenal was repellent to *A. sculptum*. As observed in the interaction between *R. sanguineus* s.l. and resistant dogs, the results indicate that hosts resistant to *A. sculptum* also produce a repellent compound for this tick species.

**Key words:** *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato, *Amblyomma sculptum*, allomone, control

## INTRODUÇÃO

Carrapatos usam pistas químicas para localizar o hospedeiro e também parceiros para a cópula, dentre outros comportamentos. Quando a comunicação se dá entre indivíduos da mesma espécie é feita através dos feromônios. Além dos feromônios sexuais utilizados para o acasalamento (Fig. 1), temos também feromônios que promovem a agregação de indivíduos no meio ambiente ou no hospedeiro (Sonenshine, 2006). Para o encontro de hospedeiros para alimentação os carrapatos usam sinais químicos produzidos pelos mesmos, os quais são chamados de cairomônios. O mais conhecido cairomônio para carrapatos é o dióxido de carbono, mas além deste composto, mais 17 já foram identificados auxiliando o carrapato a encontrar o hospedeiro para iniciar a alimentação (Carr & Roe, 2016). Alomônios são compostos produzidos por hospedeiros que repelem eventuais ectoparasitas. Exemplos de interações onde os hospedeiros produzem repelentes naturais e em decorrência são menos parasitados podem ser vistos na literatura tais como: o antílope *Kobus defassa* em relação à mosca *Glossina morsitans* (Gikonyo et al., 2000); bovinos em relação à mosca *Haematobia irritans* (Birkett et al., 2004; Jensen et al., 2004); e humanos em relação à mosquitos (Logan et al., 2008 e 2009). Até o que se sabe, a presença de repelentes naturais produzidos por hospedeiros menos parasitados por carrapatos não foi avaliada. Neste trabalho, serão apresentados os resultados obtidos por nosso grupo de pesquisa sobre a presença de repelentes em hospedeiros resistentes. Foram usados dois modelos de interações entre carrapatos e hospedeiros: a do carrapato do cão, *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato e cães das raças beagle e cocker spaniel inglês; e a de *Amblyomma sculptum*, asininos e equinos.

### **Descoberta e uso de alomônios produzidos por cães resistentes ao *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato no controle deste carrapato**

Estudos demonstraram que o carrapato marrom de cães, *R. sanguineus* s. l., quando se alimenta em cães da raça beagle têm o seu desenvolvimento prejudicado em comparação a carrapatos alimentados em cães da raça Cocker Spaniel Inglês. Seis cães das duas raças foram infestados artificialmente, por três vezes, com larvas, ninfas e adultos do carrapato. Nos carrapatos

alimentados em cocker um maior percentual de larvas e ninfas fez a muda quando comparados com os carrapatos alimentados em beagle. Pode-se observar também um maior número de adultos fixados e um melhor desempenho reprodutiva das fêmeas alimentadas em cocker que em beagle. Baseado nestes resultados pode-se concluir que animais da raça beagle são mais resistentes ao *R. sanguineus* s.l. que cães cocker (Louly et al., 2009).

Para avaliar se *R. sanguineus* s.l. infesta cães resistentes (beagle) de forma diferente de cães susceptíveis (cocker spaniel inglês), cinco animais de cada raça foram mantidos em um canil, cujas paredes foram infestadas com larvas, ninfas e adultos, em 3 infestações. Cinco vezes mais carrapatos foram encontrados nos cães Cocker (498) do que em beagles (96). Substâncias foram colhidas de cada animal, esfregando-se flanelas em cada um, por 15 minutos. Em uma placa de isopor, sobre uma bandeja com água, os carrapatos foram submetidos a três escolhas: extrato de cocker vs. controle; extrato de beagle vs. controle e extrato de cocker versus extrato de beagle. Quando tiveram que escolher entre cães e controle, mais carrapatos foram arrestados (cessaram os movimentos) quando entraram em contato com as substâncias de cocker do que as de beagle. Nos testes com as duas raças, novamente os carrapatos se arrestaram nas flanelas obtidas dos cockers. Para avaliar a atração/repelência, odores de cães das duas raças foram colhidas e testadas em um olfatômetro. Não houve atração para o odor de qualquer raça, no entanto, os carrapatos foram repelidos pelo odor dos beagles. Estes resultados indicam que *R. sanguineus* s.l. usa substâncias de cães para diferenciar susceptíveis (cockers) dos resistentes (beagles) (Louly et al., 2010). Para testar a hipótese que hospedeiros resistentes produzem compostos repelentes, uma análise comparativa do perfil químicos do odor das duas raças foi realizada utilizando a técnica de cromatografia gasosa aplicada à espectrometria de massa. Testes com compostos identificados exclusivamente em beagles foram realizados em uma placa de Petri (Fig. 2) e em um olfatômetro. O extrato de beagles continha três vezes mais compostos químicos que os de cocker. Vários compostos foram identificados, dentre os quais se destacaram: 2-hexanona, benzaldeído, nonano, decano e undecano. Na placa de Petri, 2-hexanona, benzaldeído e undecano causaram alguma repelência, enquanto nonano e decano não foram repelentes. Quando 2-hexanona e benzaldeído foram combinados, um aumento na taxa de

repelência foi observado, e a atividade foi comparável ao repelente padrão-ouro N,N-dietil-3-metilbenzamida (DEET). No olfatômetro, uma mistura 1:1 destes dois compostos foi repelente, assim como o DEET. Este estudo identificou que os compostos químicos 2-hexanona e benzaldeído funcionam como alomônios para *R. sanguineus* s.l. (Borges et al., 2015). O uso de um protótipo para liberação lenta dos compostos repelentes de *R. sanguineus* s.l. foi testado para o controle deste carrapato. Doze cães da raça cocker foram distribuídos em dois grupos sendo um controle e outro tratado. O grupo tratado recebeu formulações de liberação lenta de 2-hexanona e benzaldeído (400 µL de cada), enquanto o grupo controle recebeu sachês limpos. Cinco infestações ambientais foram realizadas com todos os estágios do carrapato e os carrapatos fixados nos cães foram contados duas vezes ao dia por 45 dias. Na primeira contagem, que ocorreu antes da colocação dos colares, o número de carrapatos nos dois grupos foi estatisticamente similar. No entanto, após a colocação dos colares repelentes o número de carrapatos no grupo tratado foi significativamente menor que no grupo controle. Os animais com a coleira repelente tinham cerca de 50% menos estágios imaturos e 19% menos adultos que o grupo controle. Este estudo ressalta pela primeira vez na literatura, o uso potencial de um alomônio para o controle de *R. sanguineus* s.l em cães sensíveis (Oliveira Filho, 2017).

### **Presença de alomônios em asininos, hospedeiro resistente ao *Amblyomma sculptum***

*Amblyomma sculptum* é um carrapato que afeta a saúde de animais e humanos na América do Sul. Asininos (*Equus asinus*) são conhecidos por serem mais resistentes ao parasitismo por *A. sculptum* que os cavalos (*Equus caballus*), sugerindo que os primeiros hospedeiros podem produzir compostos repelentes (alomônios) assim como evidenciado para *R. sanguineus* e cães da raça beagle. O sebo de asininos e cavalos foi colhido e analisado por cromatografia gasosa e espectrometria de massa. Cinco principais compostos foram identificados em ambas as espécies. Hexanal, heptanal e (E)-2-decenal foram encontrados principalmente no extrato de asininos, enquanto etil octanoato and etil decanoato foram encontrados predominantemente no extrato de cavalos. Um composto, (E)- 2-octenal foi detectado exclusivamente no extrato de asininos. Em um olfatômetro ninfas de *A. sculptum* foram testadas frente aos compostos supra-

citados, em diferentes concentrações. Não houve atração ou repelência para os cinco compostos identificados em ambas as raças. Por outro lado, o composto exclusivo de asininos (E)-2-octenal, foi repelente em quatro concentrações de 1,0 a 0,125 M. Uma combinação de amônia (um atraente para *A. sculptum*) e (E)-2-octenal a 0,25 M resultou em repelência, mascarando a atração da amônia. Assim como observado na interação entre *R. sanguineus* s.l. e cães resistentes, os resultados indicam que hospedeiros resistentes ao *A. sculptum* também produzem um composto repelente para este carrapato (Ferreira et al., 2019).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os estudos acima demonstram que hospedeiros resistentes aos carrapatos produzem compostos que os repelem. Além do mais, os resultados demonstram que estes compostos repelentes podem ser usados para diminuir infestações em hospedeiros sensíveis, trazendo novas perspectivas para o controle destes parasitos. Ressalta-se que tanto os compostos repelentes identificados nos beagles, quanto o alomônio de asininos apresentam baixos riscos de serem tóxicos, pois são utilizados como flavorizantes, componentes de perfumes e podem estar presentes em alimentos (NCBI, 2017, ATSDR,1995; FDA, 2013; Sigma Aldrich, 2015). Atualmente em nosso laboratório estamos tentando desenvolver formulações destes repelentes que possam ser produzidas comercialmente. Apesar dos baixos riscos de intoxicação, conforme mencionado acima, testes toxicológicos são necessários antes que estes produtos estejam no mercado.

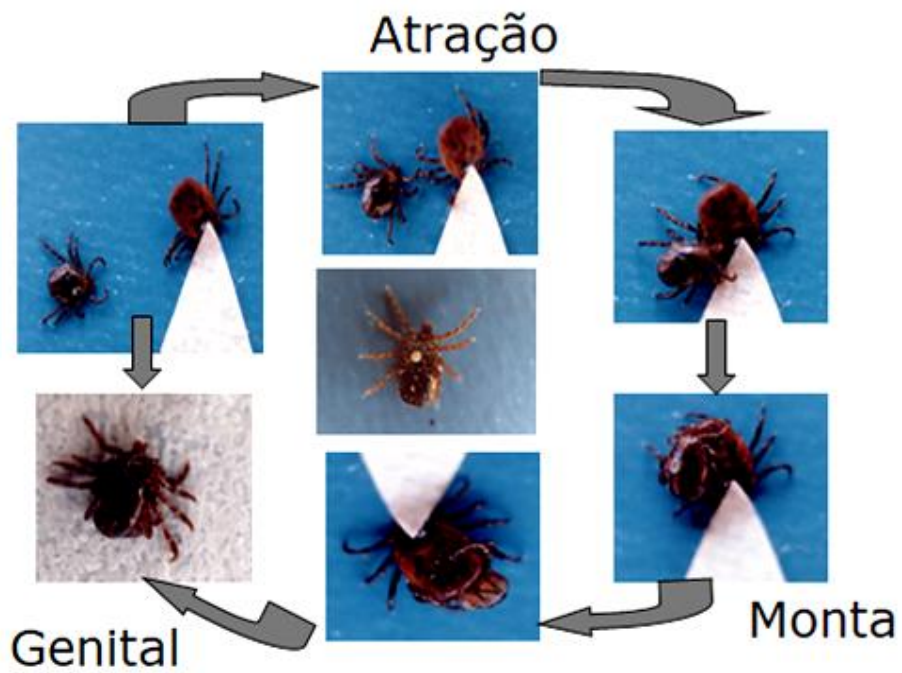


Figura 1 – Sequência de acasalamento em uma espécie de carrapato da família Ixodidae.



Figura 2 – Coleiras contendo os sachês de repelentes (A), baias com os cães do experimento (B) e infestação artificial das paredes por *Rhipicephalus sanguineus sensu lato* (C).

## REFERÊNCIAS

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY – ATSDR. **2-Hexanone-ToxFAQs™**. 1995. Disponível em: <[www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts44.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts44.pdf)>.

BIRKETT, M.A.; AGELOPOULOS, N.; JENSEN, K.M.V.; JESPERSEN, J.B.; PICKETT, J.A.; PRIJS, H.J.; THOMAS, G.; TRAPMAN, J.J.; WADHAMS, L.J.; WOODCOCK, C.M. The role of volatile semiochemicals in mediating host location and selection by nuisance and disease-transmitting cattle flies. **Medical and veterinary entomology**, v.18, p.313–322, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.0269-283X.2004.00528.x>

BORGES, L.M.F.; OLIVEIRA FILHO, J.G.; FERREIRA, L.L.; LOULY, C.C.B.; PICKETT, J.A.; BIRKETT, M.A. Identification of non-host semiochemicals for the brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus sensu lato* (Acari Ixodidae), from tick-resistant beagles, *Canis lupus familiaris*. **Ticks and Tick-Borne Diseases**, v.6, p.676–82, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2015.05.014>

CARR, A.L.; ROE, M. Acarine attractants: Chemoreception, bioassay, chemistry and control. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.131, p.60–79, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2015.12.009>

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION – FDA. **Everything Added to Food in the United States**. FDA – Food and Drug Administration. 2013. Disponível em: <[www.accessdata.fda.gov/scripts/fcn/fcnNavigation.cfm?rpt=eafusListing](http://www.accessdata.fda.gov/scripts/fcn/fcnNavigation.cfm?rpt=eafusListing)>.

GIKONYO, N.K.; HASSANALI, A.; NJAGI, P.G.N.; SAINI, R.K. Behaviour of *Glossina morsitans morsitans* Westwood (Diptera: Glossinidae) on waterbuck *Kobus defassa* Ruppel and feeding membranes smeared with waterbuck sebum indicates the presence of allomones. **Acta Tropica**, v.77, p.295–303, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0001-706X\(00\)00153-4](https://doi.org/10.1016/S0001-706X(00)00153-4)

JENSEN, K.M.V.; JESPERSEN, J.B.; BIRKETT, M.A.; PICKETT, J.A.; THOMAS, G.; WADHAMS, L.J.; WOODCOCK, C.M. Variation in the load of the horn fly, *Haematobia irritans*, in cattle herds is determined by the presence or absence of individual heifers. **Medical and Veterinary Entomology**, v.18, p.275–280, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.0269-283X.2004.00506.x>

NATIONAL CENTER OF BIOTECHNOLOGY INFORMATION - NCBI. 2017b. **PubChem Compound Database**. 2017. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5283324>>.

FERREIRA, L.L.; SARRIA, A.L.F.; OLIVEIRA FILHO, J.G.; SILVA, F.O.; POWERS, S.; CAULFIELD, J.; PICKETT, J.A.; BIRKETT, M.A.; BORGES, L. M.F. Identification of a non-host semiochemical from tick-resistant donkeys (*Equus asinus*) against *Amblyomma sculptum* ticks. **Ticks and Tick-Borne Diseases**, v.10, p.621-627, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2019.02.006>

LOGAN, J.G.; BIRKETT, M.A.; CLARK, S.J.; POWERS, S.; SEAL, N.J.; WADHAMS, L.J.; MORDUE (LUNTZ), A.J.; PICKETT, J.A. Identification of human-derived volatile chemicals that interfere with attraction of *Aedes aegypti* mosquitoes. **Journal of chemical ecology**, v.34, p.308–322, 2008. <https://doi.org/10.1007/s10886-008-9436-0>

LOGAN, J.G.; SEAL, N.J.; COOK, J.I.; STANCZYK, N.M.; BIRKETT, M.A.; CLARK, S.J.; GEZAN, S.A.; WADHAMS, L.J.; PICKETT, J.; MORDUE (LUNTZ), A.J. Identification of human-derived volatile chemicals that interfere with attraction of the Scottish biting midge and their potential use. **Journal of chemical ecology**, v.46, p.208–219, 2009. <https://doi.org/10.1603/033.046.0205>

LOULY, C.C.B.; SOARES, S.F.; SILVEIRA, D.N.; GUIMARÃES, M.S.; BORGES, L.M.F. Differences in the behavior of *Rhipicephalus sanguineus* tested against resistant and susceptible dogs. **Experimental and Applied Acarology**, v.51, p.353–62, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10493-009-9334-3>

LOULY, C.C.B.; SOARES, S.F.; SILVEIRA, D.N.; NETO, O.J.; SILVA, A.C.; BORGES, L.M.F. Differences in the susceptibility of two breeds of dogs, English cocker spaniel and beagle, to *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: ixodidae). **International Journal of Acarology**, v.35, p.25–32, 2009. <https://doi.org/10.1080/01647950802655251>

OLIVEIRA FILHO, J.G.; FERREIRA, L.L.; SARRIA, A.L.F.; PICKETT, J.A.; BIRKETT, M.A.; MASCARIN, G.M.; PÉREZ DE LEÓN, A.A.; BORGES, L.M.F. Brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato, infestation of susceptible dog hosts is reduced by slow release of semiochemicals from a less susceptible host. **Ticks and tick-borne diseases**, v.8, p.139–45, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2016.10.010>

SIGMA ALDRICH, **Safety Data Sheet of 2- hexanone and benzaldehyde**. SigmaAldrich, Disponível em: <http://www.sigmaaldrich.com/>.

SONENSHINE, D.E. Tick pheromones and their use in tick control. **Annual Review of Entomology**, v.51, p.557–80, 2015. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151150>

# COMPOSTOS VOLÁTEIS DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE EUCALIPTO MATA LARVAS E PREJUDICA A EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DO CARRAPATO *RHIPICEPHALUS MICROPLUS*

**Leandro Rodrigues**

Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, Brasil.

**Cecília José Veríssimo**

Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, Brasil.

**Luciana Morita Katiki**

Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, Brasil.

## RESUMO

Óleos essenciais têm sido investigados como uma alternativa viável para o controle de parasitas, especialmente para controle do carrapato *Rhipicephalus microplus*, cujo controle atualmente está difícil devido ao desenvolvimento de resistência genética aos princípios ativos utilizados em seu controle. Uma Unidade Experimental (UE) foi desenvolvida com o objetivo de avaliar efeitos acaricidas de compostos voláteis de óleos essenciais sem contato direto com o parasita. Duas espécies de eucalipto e seus respectivos constituintes majoritários foram testados. Os óleos usados foram: *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus globulus*, citronelal e 1,8-cineol, nas dosagens de 1, 2, 4, 6, 8 e 10 %, avaliando seus efeitos sobre larvas e teleóginas. Acaricidas comerciais também foram testados nesta UE para verificar se o odor destes teria algum efeito (controles positivos), além de água, e álcool/acetona (1:1), como controles negativos. Descreve-se no texto a unidade experimental e os resultados alcançados. Em cada tratamento, larvas e fêmeas ingurgitadas ficaram expostas a substâncias voláteis emanadas pelos óleos por 72 horas. Nos bioensaios, com as fêmeas ingurgitadas, determinou-se a eficácia dos tratamentos. Eficácias atingiram entre 80 a 100% para quase todos os óleos essenciais e suas combinações, em determinadas diluições. Citronelal e 1,8-cineol causaram mortalidade de larvas superior a 80%. Em geral, os compostos voláteis dos óleos essenciais tiveram efeito larvicida e prejudicaram a postura e conseqüentemente a eclosão dos ovos. O odor de acaricidas comerciais não teve efeito sobre os carrapatos. O trabalho demonstrou que pode existir outro mecanismo de ação acaricida, sem necessidade de contato direto do óleo com o parasito, sugerindo novos métodos de aplicação de produtos naturais.

**Palavras-chave:** carrapaticida, compostos voláteis, óleos essenciais.

# VOLATILE COMPOUNDS FROM EUCALYPTUS ESSENTIAL OILS KILLS LARVAE AND IMPAIR THE REPRODUCTIVE EFFICIENCY OF THE TICK *RHIPICEPHALUS MICROPLUS*

## SUMMARY

Essential oils have been investigated as a viable alternative for the control of parasites, especially for *Rhipicephalus microplus* control. Currently, its control is difficult because the development of genetic resistance to the active principles used in the acaricides. An Experimental Unit (EU) was developed with the objective of evaluating the acaricidal effects of volatile compounds of essential oils. Two species of eucalyptus and their major constituents were tested on *Rhipicephalus microplus*. The oils tested were *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus globulus*, citronelal and 1,8-cineol, in the dosages of 1, 2, 4, 6, 8 and 10%, evaluating their effects on larvae and teleogines. Commercial acaricides were also tested in this EU to check if its odor had any effect (positive controls), besides water and alcohol/acetone (1:1) (negative controls). The experimental unit and the results achieved are described in the text. In each treatment, larvae and teleogines were exposed to the volatile substances emanating from the oils for 72 hours. The effectiveness of the treatments was determined in bioassays with the teleogines. Efficacies reached between 80 to 100% for almost all essential oils and their combinations, in certain dilutions. Citronellal and 1,8-cineole caused larvae mortality above 80%. In general, the volatile compounds of the essential oils had larvicidal effect and impaired the posture and egg hatching. The odor of commercial acaricides has no effect on ticks. The work demonstrated that another mechanism of acaricide action may exist, without direct contact of the oil with the parasite, suggesting new methods of application of natural products.

**Key words:** acaricide, essential oils, volatile compounds

## INTRODUÇÃO

A forma de controle de *Rhipicephalus microplus*, carrapato-do-boi, que causa grandes prejuízos a bovinos susceptíveis, usualmente é feita com a utilização de carrapaticidas químicos. Porém, cada vez mais, tem se observado resistência destes ectoparasitas aos acaricidas no Brasil (Higa et al., 2015). Por isso, faz-se necessária a busca por alternativas de controle. Uma dessas alternativas seria a utilização de óleos essenciais para o controle do carrapato. Dentre eles, os óleos essenciais de *Eucalyptus globulus*, *Corymbia citriodora* e seus compostos majoritários, cineol e citronelal, têm demonstrado ação acaricida sobre diferentes estágios de vida de *R. microplus* tanto *in vitro* (Chagas et al., 2002; Costa et al., 2008; Clemente et al., 2010; Chagas et al., 2014,) como *in vivo* (Olivo et al., 2013).

Carrapatos possuem órgãos olfativos (órgão de Haller) que são capazes de detectar estímulos ambientais e substâncias voláteis, e assim localizar os seus hospedeiros ou se afastar de possíveis substâncias que podem ser negativas (Wilkinson, 1953; Guerin et al., 2000).

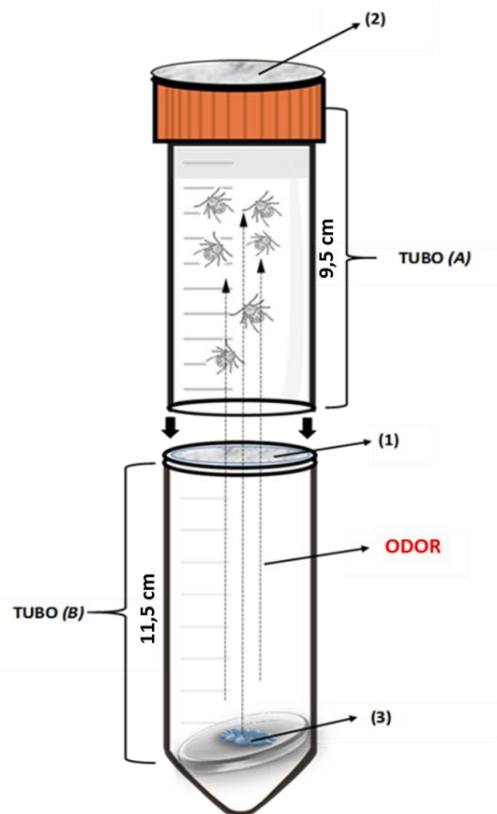
Receptores olfativos são encontrados nos carrapatos principalmente no órgão de Haller; uma estrutura quimiossensorial primária, situada no dorso dos primeiros pares de pernas dianteira das larvas que tem a função de detectar substâncias voláteis, como odores voláteis liberados pelo hospedeiro (Haggart e Davis, 1980; Bunell et al., 2011; Soares e Borges, 2012), e por plantas que podem atrair (Hassan et al., 1994) ou serem repelentes para o carrapato (Farias et al., 1986; Prates et al. 1993).

Diante disso, Rodrigues (2018) estudou a toxicidade *in vitro* de compostos voláteis liberados pelos óleos essenciais de *Eucalyptus globulus*, *Corymbia citriodora* e os seus princípios ativos majoritários (cineol e citronelal), em um protocolo de pesquisa sem contato direto com essas substâncias. Estas foram estudadas puras e em combinações binárias (1:1), em diferentes concentrações (1, 2, 4, 6, 8 e 10 %), em testes *in vitro*, sobre larvas e fêmeas adultas do carrapato *Rhipicephalus microplus*, comparado ao odor dos produtos comerciais Triatox<sup>®</sup>, Barrage<sup>®</sup> e Colosso FC30<sup>®</sup> (controles positivos), água e solvente (controles negativos).

## **Unidade Experimental Para estudos do efeito de compostos voláteis sobre *R. microplus***

Para testar a hipótese que compostos voláteis podem causar malefícios a *R. microplus*, foi elaborada uma Unidade Experimental, com base no trabalho de Portella et al. (2014):

A unidade experimental (Figura 1), descrita em Rodrigues et al. (2020), utilizada para os testes de sensibilidade larval e de fêmeas adultas a compostos voláteis, foi composta por 2 tubos tipo Falcon (denominados A e B) de 50 ml de capacidade; acoplados um ao outro, separados por papel de filtro branco, usados para coar café cortado (6x6 cm) que permitia a passagem do odor entre os tubos. O tubo A (tubo superior que recebia as larvas ou teleóginas) foi previamente cortado a 2 cm da base para possibilitar o encaixe ao tubo B. Foi feita uma abertura na tampa plástica do tubo A, onde colocou-se outro papel filtro (6 cm Ø) que permitia a saída do odor para o meio ambiente e servia como barreira para evitar a fuga das larvas ou das teleóginas. Dentro do tubo B, foi colocado um disco de papel filtro de 5,5 cm de diâmetro (gramatura: 80 g/m<sup>2</sup> e espessura 205 µm), impregnado com 1 ml das soluções que estavam sendo testadas. O disco de papel impregnado só era transferido para o interior do tubo Falcon após a evaporação total do solvente (aproximadamente 10 minutos depois). As unidades experimentais ficavam em uma estante para tubo Falcon, dentro de uma bandeja com água, e um umidificador foi ligado na sala em intensidade máxima para garantir umidade relativa do ar no ambiente. Para garantir que não ocorresse a interferência de odores de diferentes produtos, apenas uma solução em diferentes concentrações era testada por vez. O grupo testemunha ficava em ambiente separado do grupo tratado. A temperatura e umidade da sala onde ficavam os testes eram controladas por um termo-higrômetro, e variou de 26 a 27 °C e 59 a 65%, respectivamente.

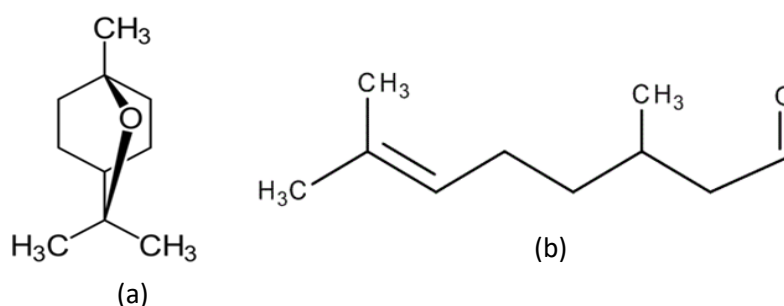


**Figura 1.** Descrição da Unidade Experimental utilizada nos testes de odor para larvas e Teleóginas. **Tubo (A):** tubo Falcon (50 mL) superior que recebeu os carrapatos, **Tubo (B):** Tubo Falcon (50 mL) inferior que recebeu o disco de papel impregnado com a solução; **1 e 2:** papel de filtro para permitir a passagem do odor; **3:** disco de papel impregnado com a solução teste (incluído no tubo B após evaporação total do solvente) (Rodrigues et al., 2020).

Os óleos essenciais foram obtidos da empresa Dierberger óleos essenciais S.A. Os óleos 1,8-cineol e citronelal, foram adquiridos com 98% de pureza. Análises cromatográficas foram realizadas para os óleos de *E. glóbulos* e *C. citriodora*, e os componentes principais de cada um encontra-se no Quadro 1, e a estrutura química dos componentes majoritários presentes nesses óleos pode ser vista na Figura 2.

Quadro 1 – Principais componentes químicos (%) dos óleos essenciais de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus glóbulos*.

	<i>C. citriodora</i>	<i>E. globulos</i>
<b>citronelal</b>	76,75%	-
<b>1,8-cineol</b>	2,06%	83,57 %
<b>p-cimeno</b>	0,63%	6,57 %
<b>citronelol</b>	7,27%	-



**Figura 2.** Estruturas químicas dos constituintes majoritários presentes no óleo essencial de *E. globulus* e *C. citriodora*: (a) 1,8-cineol, (b) citronelal.

Os óleos essenciais (*Eucalyptus globulus*; *Corymbia citriodora*; 1,8-cineol; citronelal) e suas respectivas misturas (1:1) (*Eucalyptus globulus* + citronelal; *Corymbia citriodora* + cineol; citronelal + cineol; e *Eucalyptus globulus* + *Corymbia citriodora*) foram diluídos no solvente álcool/acetona (1:1) para obter as soluções testes nas concentrações de 1, 2, 4, 6, 8 e 10 %.

Como controles positivos utilizaram-se os carrapaticidas comerciais Colosso FC30<sup>®</sup> pulverização (cipermetrina 30g + clorpirifós 30g + fenthion 15g), Triatox<sup>®</sup> (amitraz 12,5%) e Barrage<sup>®</sup> (Cipermetrina 1,5%), diluídos em água, preparados conforme a dosagem indicada na bula. Esses produtos tiveram, respectivamente, 100, 51 e 0% de eficácia sobre a cepa de carrapato com a qual se trabalhou (teste biocarrapaticidograma realizado pela Embrapa Gado de Leite). A mistura dos solventes álcool/acetona (1:1), e água foram usados como controles negativos.

### Teste de sensibilidade de larvas aos compostos voláteis

Aproximadamente 100 larvas com 14 a 21 dias de vida foram transferidas para o Tubo (A) da unidade experimental (figura 2). Verificou-se a mortalidade

das larvas nos tempos de exposição de 24, 48 e 72 horas. Após cada momento, o tubo (A) foi desacoplado do tubo (B) e a contagem de larvas mortas foi realizada, e, ao final das 72 horas, larvas mortas e vivas foram contadas para se avaliar a porcentagem de mortalidade de cada óleo e cada concentração. Cada tratamento foi composto por 5 repetições, além dos 3 controles positivos (3 carrapatidas diluídos conforme a bula) e 2 negativos (água e solvente).

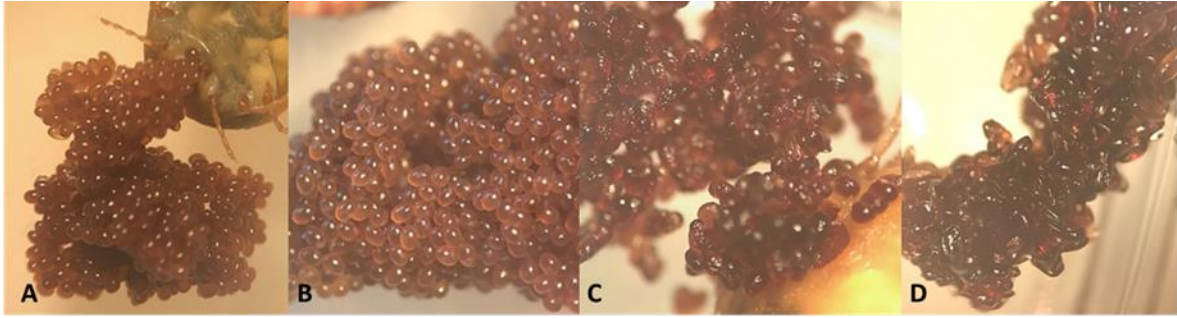
### **Teste de sensibilidade de fêmeas adultas aos compostos voláteis**

Fêmeas de *R. microplus* no estágio final de ingurgitamento (teleóginas) foram igualmente distribuídas nos tratamentos, e transferidas (5 teleóginas) para o Tubo A da unidade experimental (figura 2), onde ficaram em exposição aos óleos essenciais e suas diferentes concentrações por 72 horas. Após este tempo de exposição, cada grupo de 5 fêmeas foi retirado das unidades experimentais e transferido para placas de Petri, identificadas e mantidas em estufa incubadora tipo B.O.D, na temperatura de  $27 \pm 1$  °C, umidade relativa em torno de 80% por 10 dias, a fim de avaliar a postura dos ovos. No 10º dia de postura, os ovos de cada grupo foram pesados, transferidos para tubos de vidro de 10 ml, e tapados com algodão. Foram calculadas a Eficiência de Reprodução (ER%) e a Porcentagem de Eficácia do Produto (EP%), segundo as fórmulas propostas por Drummond et al. (1973). Para o cálculo da porcentagem da inibição da oviposição (IO) utilizou-se a fórmula indicada por Ribeiro et al. (2007):

### **Resultados e conclusões**

Verificou-se efeito significativo de dose e tempo de exposição aos óleos (Rodrigues, 2018). Quanto à mortalidade das larvas em 72 horas, constatou-se que a volatilização dos compostos majoritários isolados, produziu alta mortalidade de larvas, mesmo em pequenas doses, como foi o caso do citronelal, que produziu mortalidade acima de 80% a partir de 2% e do 1,8-cineol, que ocasionou mortalidade superior a 80% a 1 e 2 % (Rodrigues et al., 2020).

Com relação a problemas causados na oviposição das fêmeas ingurgitadas, embora os óleos não tenham causado morte direta da fêmea, a postura, quando existia, era prejudicada em sua quantidade ou qualidade, tendo o os compostos voláteis tido influência negativa na postura dos ovos (Figura 3).



**Figura 3.** Ovos com aspecto normal obtidos de **(A)** fêmeas expostas à água (controle negativo) e **(B)** carrapaticida químico (controle positivo); ovos com aspecto anormal (murchos, escuros e pouco aderidos uns aos outros), obtidos de fêmeas ingurgitadas, expostas à volatilização de **(C)** *E. globulus* e **(D)** 1,8-cineol, na concentração de 10 %, por 72 h de exposição, respectivamente (Arquivo pessoal).

Verificou-se então que somente a volatilização de um óleo essencial é capaz de prejudicar o carrapato, a ponto de matar grande parte das larvas em 72 horas e prejudicar a postura das teleóginas, levando a altas eficácias dos compostos em determinadas doses (Rodrigues et al., 2020).

Na discussão do trabalho, Rodrigues et al. (2020) sugerem a hipótese desses compostos serem pequenos o bastante para penetrarem em cavidades respiratórias do carrapato, lesionando órgãos internos importantes para sua sobrevivência.

Apesar do mecanismo de ação dos monoterpenos em insetos e ácaros ainda não ser bem determinado (Souza et al., 2016), estudos sugerem que os óleos essenciais podem atuar através da: inalação feita pelo espiráculos dos insetos (Yang et al., 2005), inibição da atividade do citocromo P450 (Jaramillo-Ramirez et al., 2012), hormônios envolvidos na regulação do crescimento dos insetos e hormônio juvenil (Lee et al., 2018) ou através da inibição da enzima acetilcolinesterase (Lee et al., 2001; Cardoso et al., 2020).

Siramon et al. (2009) relatam a ação do 1,8-cineol como responsável pela inibição da atividade da acetilcolinesterase (AChE) em testes de fumigação feito com *Coptotermes formosanus*.

Os terpenóides podem atuar sobre os receptores de GABA (Ácido Gama-Aminobutírico) (Tong e Coats, 2010), e sobre os receptores de tiramina e octopamina (Enan, 2001; Price and Berry, 2006).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Novos estudos precisam ser feitos para descobrir o mecanismo de ação dos compostos voláteis dos óleos essenciais de eucalipto e dos monoterpenos majoritários desses óleos sobre carrapatos, determinando quais órgãos são atingidos pela volatilização do óleo.

Este trabalho mostrou que podem existir outros mecanismos de ação acaricida, sem a necessidade do contato direto do produto com o ácaro, sugerindo a avaliação de novos métodos de aplicação de produtos naturais.

Sugere-se que estudos *in vivo* sejam realizados a fim de verificar se produtos a base de óleos essenciais oriundos de eucalipto, quando aplicados em pequenas gotículas que formassem uma névoa, seriam capazes de controlar o carrapato-do-boi, sem a necessidade de utilização de carrapaticidas químicos.

## REFERÊNCIAS

BUNNELL, T.; HANISCH, K.; HARDEGE, J.D.; BREITHAUPT, T. The fecal odor of sick Hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) mediates olfactory attraction of the tick *Ixodes hexagonus*. **Journal of chemical ecology**, v.37, p.340-347, 2011. <https://doi.org/10.1007/s10886-011-9936-1>

CARDOSO, A.D.S., SANTOS, E.G.G., LIMA, A.D.S., TEMEYER, K.B., PÉREZ DE LEÓN, A.A., COSTA, L.M., SOARES, A.M.D.S. (2020) Terpenes on *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: acaricidal activity and acetylcholinesterase inhibition. **Veterinary parasitology**, v. 280, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109090>

CHAGAS, A. C. S.; PASSOS, W. M.; PRATES, H. T.; LEITE, R. C.; FURLONG, J.; FORTES, I. C. P. Efeito acaricida de óleos essenciais e concentrados emulsionáveis de *Eucalyptus* spp. em *Boophilus microplus*. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v.39, n.5, p.247-253, 2002. <https://doi.org/10.1590/S1413-95962002000500006>

CHAGAS, A. C. S.; DOMINGUES, L. F.; FANTATTO, R. R.; GIGLIOTI, R.; OLIVEIRA, M. C. S.; OLIVEIRA, D. H.; MANO, R. A.; JACOB, R. G. In vitro and in vivo acaricide action of juvenoid analogs produced from the chemical modification of *Cymbopogon* spp. and *Corymbia citriodora* essential oil on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Veterinary Parasitology**, v. 205, p. 277-284, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.06.030>

CLEMENTE, M. A.; OLIVEIRA MONTEIRO, C. M.; SCORALIK, M. G.; GOMES, F. T.; AZEVEDO PRATA, M. C.; DAEMON, E. Acaricidal activity of the essential oils from *Eucalyptus citriodora* and *Cymbopogon nardus* on larvae of *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) and *Anocentor nitens* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, v. 107, p. 987-992, 2010. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-1965-0>

COSTA, F. B.; VASCONCELOS, P. S. D. S.; SILVA, A. M. M.; BRANDÃO, V. M.; SILVA, I. A.; TEIXEIRA, W. C.; GUERRA, R. D. M. S. N.; SANTOS, A. C. G. Eficácia de fitoterápicos em fêmeas ingurgitadas de *Boophilus microplus*, provenientes da mesorregião oeste do Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 17, p. 83- 86, 2008.

ENAN, E. Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part C v. 130, p. 325-337, 2001. [https://doi.org/10.1016/S1532-0456\(01\)00255-1](https://doi.org/10.1016/S1532-0456(01)00255-1)

FARIAS, N.A.R.; GONZALES, J.C.; SAIBRO, J.C. Antibiose e antixenose entre forrageiras e larvas de carrapato-de-boi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, n.12, p.1313-1320, 1986.

GUERIN, P. M.; KRÖBER, T.; MCMAHON, C.; GUERENSTEIN, P. G.; GRENACHER, S.; MICHÉLE VLIMANT, D. P. A.; STEULLET, P.; SYED, Z.

Chemosensory and behavioural adaptations of ectoparasitic arthropods. **Nova Acta Leopoldina**, v. 83, p. 213- 229, 2000.

HAGGART, D. A.; DAVIS, E. E. Ammonia-sensitive neurones on the first tarsi of the tick, *Rhipicephalus sanguineus*. **Journal of Insect Physiology**, v. 26, p. 517-523, 1980. [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(80\)90126-2](https://doi.org/10.1016/0022-1910(80)90126-2)

HIGA L.; GARCIA M.V.; BARROS J.C.; KOLLER W.W.; ANDREOTTI R. Acaricide resistance status of the *Rhipicephalus microplus* in Brazil: A literature overview. **Medicinal Chemistry**, v.5, p.326-333, 2015. <https://doi.org/10.4172/2161-0444.1000281>

JARAMILLO-RAMIREZ, G. I.; LOGAN, J. G.; LOZA-REYES, E.; STASHENKO, E.; MOORES, G. D. Repellents inhibit P450 enzymes in *Stegomyia* (*Aedes*) *aegypti*. **Plos One**, v.7, p.1-8, 2012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048698>

LEE, S. E.; LEE, B. H.; CHOI, W. S.; PARK, B. S.; KIM, J. G.; CAMPBELL, B. C. Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L). **Pest Management Science**, v. 57, p. 548-553, 2001. <https://doi.org/10.1002/ps.322>

LEE, S. H.; HA, K. B.; PARK, D. H.; FANG, Y.; KIM, J. H.; PARK, M. G.; WOO, R. M.; KIM, W. J.; PARK, I. K.; CHOI, J. Y.; JE, Y. H. Plant-derived compounds regulate formation of the insect juvenile hormone receptor complex. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2018.06.013>

OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; PARRA, C. L. C.; VOGEL, F. S. F.; RICHARDS, N. S. P. D. S.; PELLEGRINI, L. G.; WEBE, A.; PIVOTO, F.; ARAUJO, L. Efeito do óleo de eucalipto (*Corymbia citriodora*) no controle do carrapato bovino. **Ciência Rural**, v. 43, p. 331-337, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000200023>

PORTELLA, A. C. F.; AGUIAR, R. W.S.; CHRYSSTIAN, A. S.; PORTELLA, K. F. Path analysis as an evaluation criterion of length of knockdown of mosquitoes subjected to vapour of the essential oil of *Siparuna guianensis* Aublet. **Espaço Energia**, p. 20-25, 2014.

PRATES, H. T.; OLIVEIRA, A.B.; LEITE, R. C.; CRAVEIRO, A. Atividade carrapaticida e composição química do óleo essencial do capim gordura. **Revista Agropecuária Brasileira**, v.28, p621-625, 1993.

PRICE, D. N.; BERRY, M. S. Comparison of effects of octopamine and insecticidal essential oils on activity in the nerve cord, foregut, and dorsal unpaired median neurons of cockroaches. **Journal of Insect Physiology**, v. 52, p. 309-319, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2005.11.010>

RIBEIRO, V. L. S.; TOIGO, E.; SERGIO A. L. B.; GONCALVES, K.; POSER, G. V. Acaricidal properties of extracts from the aerial parts of *Hypericum*

*polyanthemum* on the cattle tick *Boophilus microplus*. **Veterinary Parasitology**, v. 147, p. 199-203, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.03.027>

RODRIGUES, L. **Toxicidade do odor de óleos essenciais de *Eucalyptus globulus* e *Corymbia citriodora* sobre o carrapato *Rhipicephalus microplus***. Dissertação (mestrado) - Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, Nova Odessa, SP, 2018.

RODRIGUES, L.; GIGLIOTI, R.; GOMES, A.C.P.; KATIKI, L.M.; OTSUK, I.P.; MATOS, R.S.; NODARI, E.F.; VERÍSSIMO, C.J. *In vitro* effect of volatile substances from *Eucalyptus* oils on *Rhipicephalus microplus*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 30, p.737-742, 2020. <https://doi.org/10.1007/s43450-020-00091-9>

SIRAMON, P.; OHTANI, Y.; ICHIURA, H. Biological performance of *Eucalyptus camaldulensis* leaf oils from Thailand against the subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shiraki. **Journal of Wood Science**. 55, p. 41-46, 2009. <https://doi.org/10.1007/s10086-008-0990-4>

SOARES, S. F.; BORGES, L. M. F. Electrophysiological responses of the olfactory receptors of the tick *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) to host-related and tick pheromone related synthetic compounds. **Acta Tropical**, v. 124, p. 192-198, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2012.08.007>

SOUZA, L. P.; ZAGO, H. B.; PINHEIRO, P. F.; VALBON, W. R.; ZUIM, V.; PRATISSOLI, D. Composição química e toxicidade do óleo essencial de eucalipto sobre o ácaro-rajado. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n.4, p. 486-493, 2016. <https://doi.org/10.14295/cs.v7i4.1502>

TONG, F.; COATS, J. R. Effects of monoterpenoid insecticides on [3H]-TBOB binding in house fly GABA receptor and <sup>36</sup>Cl<sup>-</sup> uptake in American cockroach ventral nerve cord. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 98, p. 317-324, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2010.07.003>

WILKINSON, P. Observations on the sensory physiology and behaviour of larvae of the cattle tick, *Boophilus microplus* (Can.) (Ixodidae). **Australian Journal of Zoology**, v. 1, p. 345, 1953. <https://doi.org/10.1071/ZO9530345>

YANG, P.; MA, Y.; ZHENG, S. Adulticidal activity of five essential oils against *Culex pipiens quinquefasciatus*. **Journal of Pesticide Science**, v. 30, p. 84-89, 2005. <https://doi.org/10.1584/jpestics.30.84>

# **MODOS DE AÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS, EXTRATOS E MOLÉCULAS ISOLADAS DE PLANTAS SOBRE OS ÓRGÃOS E TECIDOS DOS CARRAPATOS.**

**Renata da Silva Matos**

Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Minas Gerais, MG, Brasil.

**Maria Izabel Camargo-Mathias**

Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, Campus de Rio Claro, Rio Claro, SP, Brasil.

## **RESUMO**

Diante do quadro alarmante de desenvolvimento de resistência em diferentes espécies de carrapatos frente à exposição aos acaricidas comerciais, se torna cada vez mais necessário à investigação de novas moléculas que possam ser utilizadas no controle destes ectoparasitos, sendo assim os óleos essenciais, os extratos e as moléculas isoladas de plantas estão se destacando como alternativas promissoras a serem utilizadas no futuro para o controle dos carrapatos. Porém para que o uso destas moléculas seja otimizado é necessário que se conheça de forma detalhada a ação destas substâncias e moléculas sobre os sistemas e tecidos dos carrapatos e neste sentido as técnicas histológicas e histoquímicas podem auxiliar na obtenção de dados que contribuam de maneira significativa.

**Palavras-chave:** Histopatologia, controle, toxicologia, danos celulares.

## **MODES OF ACTION OF ESSENTIAL OILS, EXTRACTS AND ISOLATED PLANT MOLECULES ON TICK ORGANS AND TISSUES**

### **SUMMARY**

In view of the alarming picture of resistance development in different tick species in view of exposure to commercial mites, it becomes increasingly necessary to investigate new molecules that can be used to control these ectoparasites, thus being essential oils, extracts and isolated plant molecules are standing out as promising alternatives to be used in the future to control ticks. However, for the use of these molecules to be optimized, it is necessary to know in detail the action of these substances and molecules on tick systems and tissues and, in this sense, histological and histochemical techniques can assist in obtaining data that contribute significantly.

**Key words:** Histopathology, control, toxicology, cell damage.

Os óleos essenciais, os extratos de plantas e seus compostos isolados têm sido vistos como futuras alternativas no controle de carrapatos de diferentes espécies e o interesse crescente por estas moléculas pode ser uma consequência da grande necessidade de desenvolvimento de novas alternativas de controle que possam ser utilizadas em populações resistentes e ainda adicionadas a outras substâncias já utilizadas para recuperação ou potencialização da sua ação através de efeitos sinérgicos (GEORGE et al., 2014; ELLSE, WALL, 2014; NOVATO et al., 2019; BRITTO et al., 2019). De acordo com a literatura já se tem conhecimento de cerca de 3.000 variedades de óleos essenciais, porém destes, apenas 300 já tiveram sua importância comercial, farmacêutica, agrônômica, sanitária e cosmética comprovada. De maneira geral, os óleos essenciais são voláteis, podendo ter ou não cor, são lipossolúveis e/ou solúveis em solventes orgânicos. Os óleos têm as diferentes partes das plantas como sua fonte sintetizadora, incluindo brotos, flores, folhas, caules, galhos, sementes, frutas, raízes, madeira ou casca. O produto dessa síntese é armazenado nas células secretoras e epidérmicas, cavidades, canais ou ainda nos tricomas glandulares (BAKKALI et al., 2008; GEORGE et al., 2014; ELLSE, WALL, 2014).

O estudo da ação acaricida destes óleos, extratos ou isolados tem sido realizado em bioensaios com espécies de carrapatos de relevante importância econômica e sanitária como, por exemplo, *Rhipicephalus microplus* (carrapato-do-boi), *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato (carrapato-marrom-do-cão), *Amblyomma sculptum* e *Amblyomma cajennense* (carrapato-do-cavalo ou carrapato-estrela) (CLEMENTE et al., 2010; GOMES et al., 2012; CAMPOS et al., 2015).

A avaliação do potencial acaricida de um óleo, extrato ou molécula isolada sobre qualquer espécie de carrapato requer primeiramente a realização de um teste que demonstre que tipo de interferência estes compostos podem causar sobre os parâmetros biológicos dos ectoparasitos, ou seja, respondendo às questões como: a) se haverá inibição da postura de ovos ou a eclosão das larvas; b) se poderão ser letais para as fêmeas ou larvas devido a taxa de mortalidade igual ou superior a 95% daquela população (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2019). A obtenção de respostas para essas questões, por meio da realização desses testes, pode também indicar qual seria

o estágio dos carrapatos em que os compostos de origem natural seriam mais efetivos no seu combate, a saber nos diferentes estágios de alimentação (ingurgitados ou não ingurgitados), segundo protocolo de Drumond et al. (1973) (Fig.: 1), ou, ainda, por meio da realização do teste de pacote de larvas, proposto por Stone e Haydock (1962) e adaptada por Monteiro et al. (2012) (Fig.: 2). Um terceiro método para testar a potencialidade destes óleos seria a adição de pequenas frações dos mesmos no alimento (ração) oferecido aos animais hospedeiros (ARNOSTI et al., 2011a,b).

Quando os testes envolvem diferentes estágios de desenvolvimento dos carrapatos, há que se observar as muitas variáveis as quais precisam ser controladas (ELLSE, WALL, 2014). Uma delas seria a escolha do solvente mais adequado, substância essa que tem papel fundamental na solubilização adequada das moléculas, visto que muitas delas podem ser muito voláteis além de viscosas, características essas que interfeririam diretamente no resultado obtido, ou seja, causariam danos tanto nos níveis celulares (hipóxia devido à redução da taxa de troca de gasosa na respiração e transpiração pelo contato direto da substância com os poros cuticulares e espiráculos), bem como diminuição da sua eficiência devido à perda de princípios ativos por interferência dos diferentes métodos de solubilização. Havendo a padronização desse parâmetro, o qual é extremamente importante, na sequência, seriam realizados os testes citotóxicos e, neste sentido, as técnicas histológicas e histoquímicas poderiam contribuir de maneira significativa (CAMARGO-MATHIAS, 2012; ELLSE, WALL, 2014).

Os efeitos citotóxicos de diversos óleos obtidos de plantas como: *Acmella oleracea* (Jambu), *Melia azedarach* (cinamomo), *Azadirachta indica* A. Juss (Neem), *Ricinus communis* (mamona), *Tagetes patula* L (cravo-de-defunto), bem como outras substâncias também isoladas de plantas, tais como o timol, carvacrol e acetilcarvacrol, já foram anteriormente investigados e mostraram agir sobre os ovários de espécies como: *R. sanguineus* (s.l.), *Amblyomma sculptum* ( - *cajennense*) e *R. microplus* (DENARDI, et al., 2010, 2011; ARNOSTI et al., 2011b; SOUSA et al., 2013; SAMPIERI et al., 2012a; 2012b; 2013; MATOS et al., 2014; REMÉDIO et al., 2015; POLITI et al., 2015; ANHOLETO et al., 2017a; LIMA DE SOUZA et al., 2019; KONIG et al., 2019).

Ressalte-se que os ovócitos dos carrapatos são aquelas células que darão origem aos novos indivíduos, e que, portanto, têm importância primária na sobrevivência das espécies, o seu desenvolvimento adequado é a base da formação do novo indivíduo. Conhecendo-se um pouco desse desenvolvimento, vários estudos já demonstraram que os ovócitos passam basicamente por cinco estágios que segundo a literatura são classificados de I-V, sendo aqueles I, II e III considerados estágios imaturos, além de serem aqueles que mais são afetados por estas substâncias, visto que nesses estágios, o córion ou membrana protetora do ovo, ainda não foi totalmente depositada (o que ocorreria apenas no último estágio de desenvolvimento ou estágio V), essas células são mais vulneráveis a ação das substâncias tóxicas acarretando em danos que vão desde a redução do número de ovos até a postura de ovos não viáveis (COONS, ALBERTI, 1999; OLIVEIRA et al., 2005; 2008; SONENSHINE, ROE, 2014).

Existe na literatura uma variedade de trabalhos que mostram a ação de bioativos extraídos de plantas. Podem ser citados, por exemplo, os danos provocados pelo óleo de *Acmella oleracea* e pelos ésteres de *Ricinus communis* sobre o sistema reprodutor masculino de *A. cajennense* (= *sculptum*), o qual é formado por um par de testículos tubulares, sendo que em algumas espécies o testículo pode ainda ser uma estrutura única, além de um par de vasos deferentes, um par de vesículas seminais, um complexo de glândulas acessórias e um ducto ejaculatório (ANHOLETO et al., 2015; 2017a,b; SAMPIERI et al., 2015; 2016; SONENSHINE; ROE, 2014), regiões estas que sofreram alterações quando da exposição do carrapato aos ésteres anteriormente mencionados, as espermátides imaturas (células que após passarem por modificações/maturação darão origem aos espermatozoides funcionais) também sofrem alterações frente a exposição a estas substâncias. Outros trabalhos mostraram ainda que estas moléculas interferiram na dinâmica de secreção da glândula acessória, resultado esse também obtido quando da exposição do ectoparasito aos bioativos de *Acmella oleracea* o que acarretará na inibição/interrupção da síntese e secreção de polissacarídeos e glicoproteínas, alterando assim a composição final do fluido seminal responsável pela capacitação dos espermatozoides no trato genital feminino (SAMPIERI et al., 2015; ANHOLETO et al., 2017b). Cabe ressaltar que ficará também alterada a composição/formação do espermatóforo, estrutura em forma de saco que será depositada no trato genital feminino para posterior

fertilização dos ovos (SONENSHINE, ROE, 2014; LOMAS, KAUFMAN, 1992; ANHOLETO et al., 2017b; SAMPIERI et al., 2015)

Outro órgão que é de extrema importância para a sobrevivência dos carrapatos e, portanto, inibir o seu funcionamento seria de grande interesse, são as glândulas salivares compostas por células secretoras que formam ácinos e por dutos excretores que transportam a secreção produzida (saliva) até o exterior (CAMARGO-MATHIAS, 2012; SONENSHINE, ROE, 2014; BINNINGTON, 1978; BINNINGTON, STONE, 1981; FURQUIM et al., 2008). Os ácinos glandulares são classificados em tipos que nas fêmeas são: I, II, III e, nos machos I, II, III e IV, cada um com funções específicas (CAMARGO-MATHIAS, 2012; SONENSHINE, 2013; BINNINGTON, 1978; BINNINGTON, STONE, 1981; FURQUIM et al., 2008).

Fisiologicamente as glândulas salivares produzem substâncias que atuarão em vários momentos do processo de alimentação do carrapato, elas são responsáveis pela produção do cimento que irá auxiliar na manutenção da fixação do carrapato ao corpo do seu hospedeiro e também atuarão no balanço hídrico do ectoparasito controlando a concentração de água e de sais minerais (BINNINGTON, 1978; WALKER et al., 1985). Atuarão na síntese e secreção de substâncias que irão lubrificar o espermatóforo facilitando sua transferência para a fêmea no momento da cópula, as secreções das glândulas salivares também auxiliarão o carrapato a driblar a resposta imunoinflamatória do hospedeiro, visto as mesmas terem propriedades vasodilatadoras, anticoagulante, antinflamatória e imunossupressora (BINNINGTON, 1978; WALKER et al., 1985; ARNOSTI et al., 2013).

Os trabalhos de exposição dos carrapatos aos ésteres de *R. communis* e ao isolado timol mostraram que o processo de degeneração glandular foi acelerado, o que conseqüentemente interferiu no processo de repasto sanguíneo tornando-o ineficiente e levando ao fracasso da fase parasitária com conseqüentemente inibição da produção de ovos (ARNOSTI et al, 2011a; MATOS et al., 2019).

Não diferentemente dos outros animais, a fisiologia dos carrapatos está sob o controle de um eficiente sistema nervoso, aqui representado pelo singânglio que comanda todos os outros órgãos e sistemas vitais para a sobrevivência do ectoparasito. Morfologicamente, este órgão está revestido por

duas membranas externa sendo a primeira denominada neurilema e que atua como um filtro, selecionando a entrada no órgão de nutrientes e íons oriundos da hemolinfa (SONENSHINE, ROE, 2014; PRULLAGE et al.,1992; ROMA et al., 2012). A segunda camada, denominada perineuro é composta por células que dão suporte e auxiliam na nutrição de todo o sistema, as quais são também denominadas de “células da glia” (SONENSHINE, 2013; PRULLAGE et al.,1992; ROMA et al., 2012). Logo abaixo dessas duas camadas encontra-se o córtex que abriga os corpos celulares dos neurônios, além das células da Glia e os chamados centros neurosecretores, onde são sintetizados importantes substâncias (neurotransmissores) que irão controlar as atividades do carrapato (SONENSHINE, ROE, 2014; PRULLAGE et al.,1992; ROMA et al., 2012). Também encontra-se no singanglio a neurópila de onde partem nervos periféricos que inervarão apêndices, músculos, estruturas sensoriais e os órgãos internos (SONENSHINE, ROE, 2014; PRULLAGE et al.,1992; ROMA et al., 2012).

Os bioensaios que fizeram exposição dos carrapatos aos bioativos em laboratório produziram resultados que mostraram, por exemplo, a ação do óleo de *Carapa guianensis Aubl.* (Andiroba) e do extrato aquoso de *Azadirachta indica* A. Juss (neem) sobre o singanglio de *R. sanguineus* s.l. Os autores reportaram a ocorrência de danos celulares e teciduais nas regiões mais internas do singanglio tais como no córtex, dados esses que sinalizaram que os bioativos foram capazes de ultrapassar as membranas protetoras do órgão (ROMA et al., 2013; REMÉDIO et al., 2014). Foram também reportadas alterações nos núcleos das células do córtex do singanglio de fêmeas expostas ao timol, porém nestas foi observado dano nas camadas de proteção que passaram a apresentar-se desorganizadas e até mesmo rompidas (MATOS et al., 2019). Assim, todas essas alterações até agora reportadas nas células e tecidos do singanglio de várias espécies de carrapatos devido a exposição a bioativos de plantas, certamente trouxeram prejuízos para as funções neurais dos indivíduos expostos, o que também acarretou numa maior susceptibilidade do órgão aos elementos circundantes na hemolinfa, onde estão também incluídas as substâncias tóxicas, bem como restos metabólicos do próprio metabolismo do carrapato (FURQUIM et al., 2008; DENARDI et al., 2011; SONENSHINE, ROE, 2013; REMÉDIO et al., 2014).

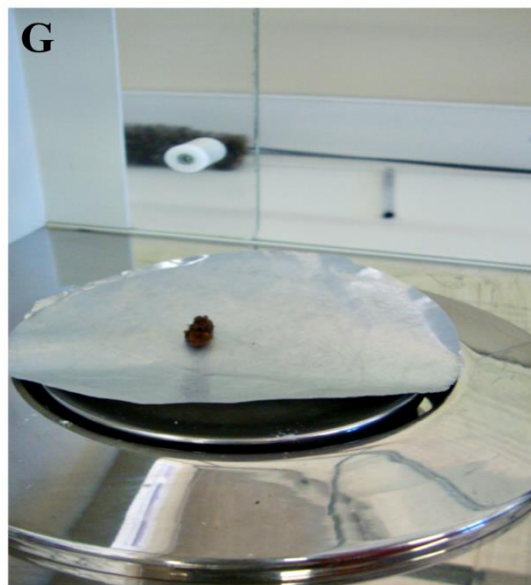
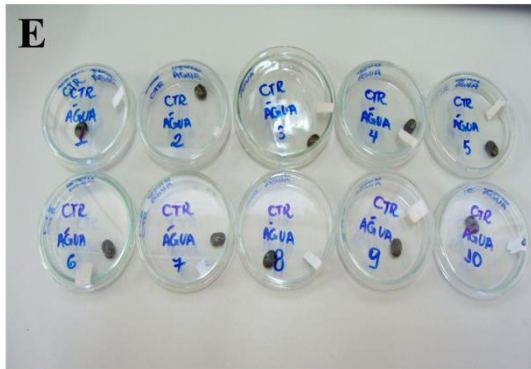
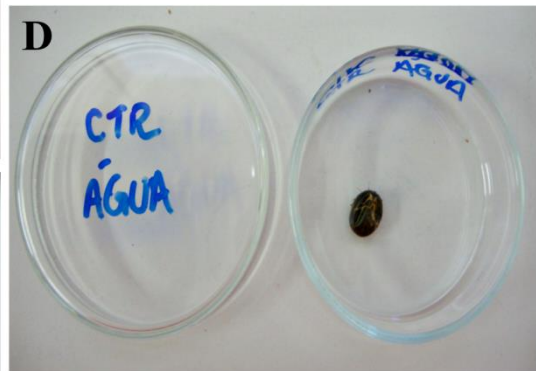
Os estudos dentro desta temática também mostraram resultados sobre o órgão de Gené, exclusivo das fêmeas dos carrapatos e que compreende um conjunto de glândulas tubulares e acessórias responsáveis pela síntese da cera a ser utilizada como impermeabilizante dos ovos no momento da oviposição (BOOTH et al., 1984; BOOTH, BEADLE, HART, 1986; BOOTH, 1989). Foram obtidos resultados que mostraram que moléculas isoladas como o timol, por exemplo, interferiram no funcionamento das células secretoras das glândulas tubulares e acessórias, o que trouxe como consequência um prejuízo na composição e secreção da cera pelo órgão, expondo os ovos recém-colocados no solo com uma impermeabilização insuficiente, o que poderia acarretar maior dessecação devido a perda excessiva de água para o ambiente, bem como aos outros intempéries (altas temperaturas, predadores, substâncias tóxicas, etc) (BOOTH et al., 1984; BOOTH, BEADLE, HART, 1986; BOOTH, 1989).

Assim, sendo os carrapatos organismos eucariotos todos e qualquer tipo de dano provocado por moléculas envolvidas no controle dos mesmos, precisam ser analisadas sob os diferentes aspectos e fazendo uso de diferentes ferramentas. Em resumo, esses danos podem ocorrer nas membranas, tanto celular quanto nuclear levando-as a processos de mudanças na permeabilidade e em casos extremos até mesmo ao seu rompimento (KUMAR et al., 1994; BAKKALI et al., 2008; ZHIVOTOVSKYA, ORRENIUS, 2011; SONENSHINE, ROE, 2014; OLIVEIRA et al., 2018a, b).

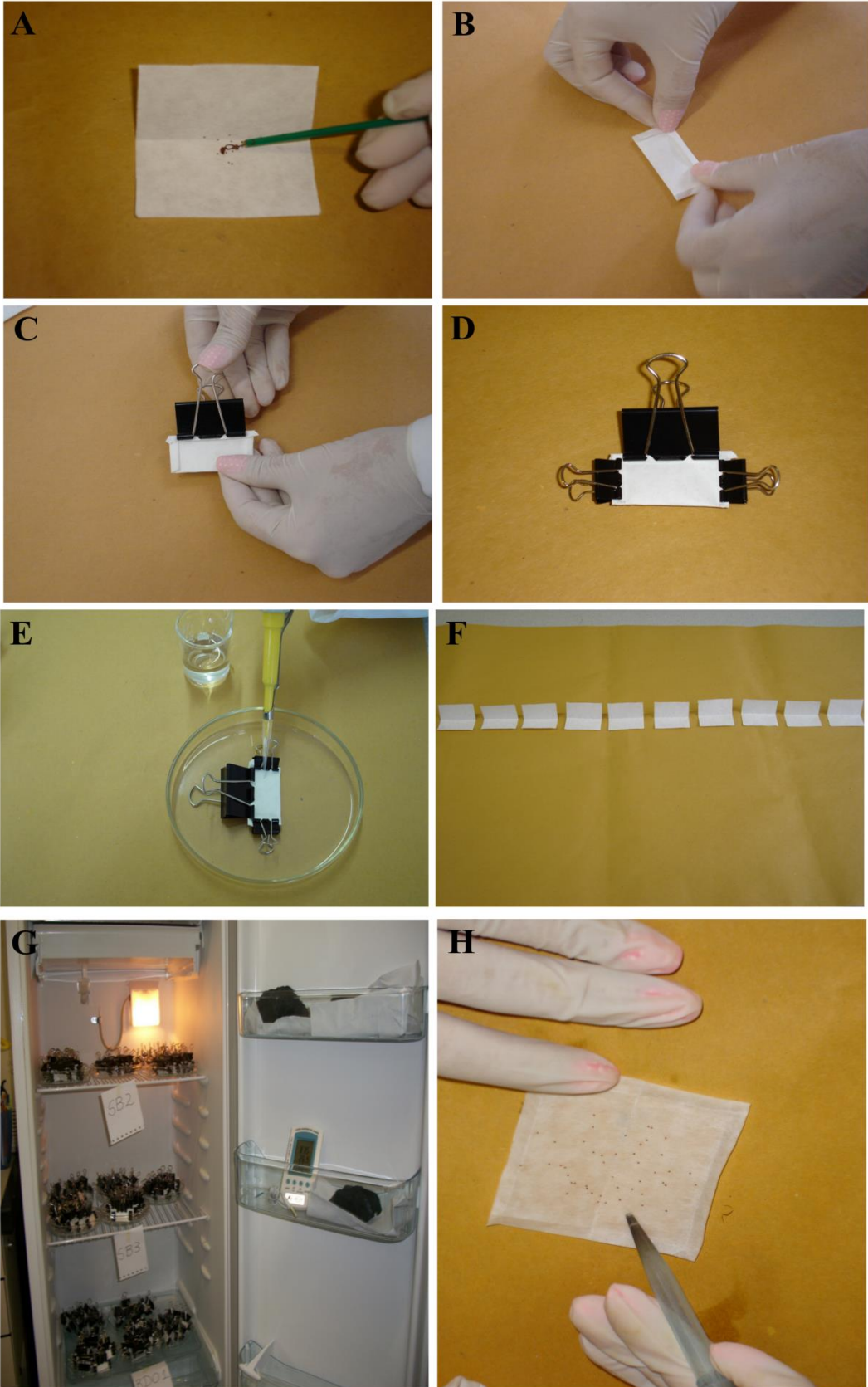
Em relação às alterações citoplasmáticas, existem relatos de vacuolização moderada ou intensa, presença de organelas como mitocôndrias com morfologia alterada (hiper ou hipotrofiadas), inclusive com desarranjos em suas cristas e membranas, cisternas de retículo endoplasmático rugoso e de Golgi alteradas e com consequente atividade de síntese e secreção modificadas (KUMAR et al., 1994; BAKKALI et al., 2008; DENARDI et al., 2010; ZHIVOTOVSKYA, ORRENIUS, 2011; SONENSHINE, 2013; OLIVEIRA et al., 2018a, b).

Quanto aos núcleos das células dos diferentes tecidos dos carrapatos estes, devido à exposição ao tóxico (bioativo) podem apresentar-se picnóticos ou em cariólise com alterações na sua forma original e com nucléolos em forma de anel (KUMAR et al., 1994; BAKKALI et al., 2008; ZHIVOTOVSKYA, ORRENIUS, 2011; SONENSHINE, 2013; OLIVEIRA et al., 2018a, b).

Desta forma, fica evidente que os estudos através de técnicas morfológicas e histoquímicas sobre os mecanismos de ação de óleos, extratos e moléculas isoladas de plantas sobre os órgãos e tecidos dos carrapatos podem contribuir de maneira significativa para o melhor entendimento do funcionamento destes derivados que estão sendo cada vez mais considerados como possíveis futuras alternativas de controle de carrapatos de diversas espécies.



Fonte: Arquivo do Laboratórios de Artropódes Parasitos da UFJF/MG.



Fonte: Arquivo do Laboratório de Artropódes Parasitos da UFJF/MG.

## REFERÊNCIAS

ANHOLETO, L. A.; NUNES, P. H.; REMÉDIO, R. N.; CAMARGO-MATHIAS, M. I. Testes of fed and unfed *Amblyomma cajennense* ticks (Acari: Ixodidae). First morphological data. **Acta Zoologica**, v. 96, n. 3, p. 375-382, 2015 <https://doi.org/10.1111/azo.12083>

ANHOLETO, L. A.; OLIVEIRA, P. R.; RODRIGUES, R. A. F.; SPINDOLA, C. S.; LABRUNA, M. B.; PIZANO, M. A.; CASTRO, K. N. C.; CAMARGO-MATHIAS, M. I. Potential action of extract of *Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen to control *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae) ticks. **Ticks and Tickborne Diseases**, v. 8, n. 1, p. 65-72, 2017a. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2016.09.018>

ANHOLETO, L. A.; OLIVEIRA, P. R.; RODRIGUES, R. A. F.; YAMANE, L. T.; CASTRO, K. N. C.; FERREIRA, A. R. F.; CAMARGO-MATHIAS, M. I. Toxic action of *Acmella oleracea* extract on the male reproductive system of *Amblyomma cajennense* ticks. **Veterinary Parasitology**, v. 244, p. 164-171, 2017b. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.07.031>

ARNOSTI, A.; BRIENZA, P.D.; FURQUIM, K.C.S.; CHIERICE, G.O.; BECHARA, G. H.; CALLIGARIS, I.B.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. Effects of ricinoleic acid esters from castor oil of *Ricinus communis* on the vitellogenesis of *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae) ticks. **Experimental Parasitology**, v. 127, p. 575-580, 2011b. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2010.10.006>

ARNOSTI, A.; BRIENZA, P.D.; FURQUIM, K.C.S.; CHIERICE, G.O.; CLARONETO, S.; BECHARA, G.H.; SAMPIERI, B.R.; CAMARGO-MATHIAS, M. I. Effects of *Ricinus communis* oil esters on salivary glands of *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae). **Experimental Parasitology**, v.127, p.569-574, 2011a. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2010.10.009>

ARNOSTI, A.; SAMPIERI, B. R.; PEREIRA, C.P.M.; NUNES, E.T.; CALLIGARIS, I.B.; FURQUIM, K.C.S.; NUNES, P.H.; BRIENZA, P.D.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. In: CAMARGO-MATHIAS, M. I. Glândulas salivares. In: Guia básico de morfologia interna de carrapatos ixodídeos. São Paulo. Editora Unesp, 2013. p. 39-74.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils - A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p.446-475, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>

BINNINGTON, K.C. Sequential changes in salivary gland structure during attachment and feeding of the cattletick, *Boophilus microplus*. **International Journal Parasitology**, v.8, p. 97-115, 1978. [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(78\)90004-8](https://doi.org/10.1016/0020-7519(78)90004-8)

BINNINGTON, K.C.; STONE, B. F. Developmental changes in morphology and toxin content of the salivary gland of the australian paralysis tick *Ixodes holocyclus*. **International Journal for Parasitology**, v11, n.5, p.343-351, 1981. [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(81\)90004-7](https://doi.org/10.1016/0020-7519(81)90004-7)

BOOTH, T.F.; BEADLE, D.J.; HART, R.J. The effects of precocene treatment on egg wax production in Gene's organ and egg viability in the cattle tick *Boophilus microplus* (Acarina: Ixodidae): an ultrastructural study. **Experimental & Applied Acarology**, v.2 p.187-198, 1986. <https://doi.org/10.1007/BF01213761>

BOOTH, T.F.; BEADLE, D.J.; RICHARD, J.H. Ultrastructure of the accessory glands of Gene's organ in the cattle tick, *Boophilus*. **Tissue & Cell**, v. 16 (4), p. 589-599, 1984. [https://doi.org/10.1016/0040-8166\(84\)90033-8](https://doi.org/10.1016/0040-8166(84)90033-8)

BOOTH, T.F. Wax lipid secretion and ultrastructural development in the egg-waxing (Gene's) organ in ixodid ticks. **Tissue & Cell**, v. 21, n.1, p. 113-122, 1989. <https://doi.org/10.5772/29127>

BRITO, L.C.M.; PAULA, L.G.F.; ALVES, S.G.A.; SAMPAIO, A.L.N.; BEZERRA, G.; VILELA, F.M.P.; MATOS, R.S.; ZERINGOTA, V.; BORGES, L.M.F.; MONTEIRO, C.M.O. Combination of thymol and eugenol for the control of *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato: Evaluation of synergism on immature stages and formulation development. **Veterinary Parasitology**, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.108989>

CAMARGO-MATHIAS, I. 2012. Comparative Results of Action of Natural and Synthetic Acaricides in Reproductive and Salivary Systems of *Rhipicephalus sanguineus*- Searching by a Sustainable ticks control . In: Farzana Perveen. (Org.) Insecticides- Advantages in integrated pest management. 1ed. Rijeka Croatia: In Tech Open, 2011, v. x, p. 391-410. <https://doi.org/10.5772/29127>

CAMPOS, R.N.; LIMA, C.B.N.; OLIVEIRA, A.B.A.; ARAÚJO, A.P.A.; BLANK, A.F.; ALVES, P.B.; LIMA, R.N.; ARAÚJO, V.A.; SANTANA, A.S.S.; BACCI, L. Acaricidal properties of vetiver essential oil from *Chrysopogon zizanioides* (Poaceae) against the tick species *Amblyomma cajennense* and *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology**, v.212, p. 324-330, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.08.022>

CLEMENTE, M.A.; MONTEIRO, C.M.O.; SCORALIK, M. G.; GOMES, F.T.; PRATA, M. C. A.; DAEMON, E. Acaricidal activity of the essential oils from *Eucalyptus citriodora* and *Cymbopogon nardus* on larvae of *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) and *Anocentor nitens* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, v.107, p. 987-992, 2010. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-1965-0>

COONS, L.B.; ALBERTI, G. The acari-ticks. In: HARRISON, F.W.; FOELIX, R. (eds) **Microscopic anatomy of invertebrates**, Chelicerate Arthropoda. New York: Wiley-Liss, 1999. p. 267-514.

DENARDI, S. E.; BECHARA, G. H.; OLIVEIRA, P. R.; CAMARGO-MATHIAS, M. I. *Azadirachta indica* A. Juss (neem) induced morphological changes on oocytes of *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae) tick females. **Experimental Parasitology**, v. 126, p. 462-470, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2010.05.017>

DENARDI, S. E.; BECHARA, G. H.; OLIVEIRA, P. R.; CAMARGO-MATHIAS, I. M. Inhibitory Action of Neem Aqueous Extract (*Azadirachta indica* A. Juss) on the Vitellogenesis of *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae) Ticks. **Microscopy Research and Technique**, v. 74, p. 889-899, 2011. <https://doi.org/10.1002/jemt.20973>

DENARDI, S.E; BECHARA, G.H.; OLIVEIRA, P.R.; NUNES, E.T.; SAITO, K. C.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. Morphological characterization of the ovary and vitellogenesis dynamics in the tick *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology**, v. 125, p. 379-395, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.07.015>.

DENARDI, S. E.; BECHARA, G. H.; OLIVEIRA, P. R.; CAMARGO-MATHIAS, I. M. Ultrastructural Analysis of the Oocytes of Female *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae) Ticks Subjected to the Action of *Azadirachta indica* A. Juss (Neem). **Ultrastructural Pathology**, v.36 (1), p.56-67, 2012. <https://doi.org/10.3109/01913123.2011.588819>

DRUMMOND, R.O.; ERNEST, S.E.; TREVINO, J.L.; GLADNEY, W.J.; GRAHAM, O.H. *Boophilus anulatus* and *Boophilus microplus*: Laboratory test of insecticides. **Journal of Economic Entomology**, v. 66, p.130-133, 1973. <https://doi.org/10.1093/jee/66.1.130>

ELLSE, L.; WALL, R. The use of essential oils in veterinary ectoparasite control: a review. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 28, p. 233-243, 2014. <https://doi.org/10.1111/mve.12033>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **A Resposta da FAO aos desafios globais de segurança alimentar**. Disponível em <<http://www.fao.org/home/en/>>. Acesso em: 01outubro 2019).

FURQUIM, K.C.S.; BECHARA, G.H.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. Death by apoptosis in salivary glands of the tick *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae). **Experimental Parasitology**, v. 119, p. 152-163, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2008.01.021>

GEORGE, D.R.; FINN, R.D.; GRAHAM, K. M.; OLIVIER, S.A.E.O. Present and future potential of plant-derived products to control arthropods of veterinary and medical significance. **Parasites Vectors**, v.7, p.1-28, 2014. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-28>

GOMES, G.A.; MONTEIRO, C.M.O.; SENRA, T.O.S.; ZERINGOTA, V.; CALMON, F.; MATOS, R.S.; DAEMON, E.; GOIS, R.W.S.; SANTIAGO, G.M.P.; CARVALHO, M.G. 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). **Parasitology Research**, v.111, p.2423-2430, 2012. <https://doi.org/10.1007/s00436-012-3101-9>

KOING, I.F.M.; GONÇALVES, R.R.P.; OLIVEIRA, M.V.S.; SILVA, C.M.; THOMASI, S.S.; PECONICK, A.P.; REMÉDIO, R.N. Sublethal concentrations of acetylcarvacrol strongly impact oocyte development of engorged female cattle ticks *Rhipicephalus microplus* (Canestrini, 1888) (Acari: Ixodidae). **Ticks and Tick-borne Diseases**, v.10, p.766-774, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2019.03.010>

KUMAR, V.Y.; COTRAN, R.S.; ROBBINS, S. Lesão e Adaptação Celular. in: KUMAR, V.Y.; COTRAN, R. S.; ROBBINS, S. (Eds). **Patologia Básica**. Rio de Janeiro, 1994. p. 3-20.

LIMA DE SOUZA. R.; OLIVRIRA, P.R.; ANHOLETO, L.A.; ARNOSTI, A.; DAEMON, E.; REMÉDIO, R.N.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. Effects of carvacrol on oocyte development in semi-engorged *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato females ticks (Acari: Ixodidae). **Micron**, v.116, p.66-72, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2018.09.015>

LOMAS, L.O.; KAUFMAN, W.R. The influence of a factor from the male genital tract on salivary gland degeneration in the female ixodid tick, *Amblyomma hebraeum*. **Journal Insect Physiology**, v.38, p.595-601, 1992. [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(92\)90111-P](https://doi.org/10.1016/0022-1910(92)90111-P)

MATOS, R.S.; DAEMON, E.; CAMARGO-MATHIAS, M. I.; FURQUIM, K. ; SAMPIERI, B. ; REMEDIO, R. ; ARAÚJO, L. X. ; NOVATO, T. P. L. Histopathological study of ovaries of *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) exposed to different thymol concentrations. **Parasitology Research**, v. 113, p. 4555-4565, 2014. <https://doi.org/10.1007/s00436-014-4145-9>

MATOS, R.S; DAEMON, E.; MONTEIRO, C.M.O.; SAMPIERI, B.R; MARCHESINI, P.B.C.; DELMONTE,C.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. Thymol action on cells and tissues of the synganglia and salivary glands of *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato females (Acari: Ixodidae). **Ticks Tick Borne Diseases**, v. 10, n.2, p. 314-320, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2018.11.003>

MONTEIRO, C. M. O.; MATURANO, R.; DAEMON, E.; CATUNDA-JUNIOR, F. E. A.; CALMON, F.; SENRA, T. S.; FAZA, A.; CARVALHO, M. G. Acaricidal activity of eugenol on *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) and *Dermacentor nitens* (Acari: Ixodidae) larvae. **Parasitology Research**, v.111, n.3, p.1295-1300, 2012. <https://doi.org/10.1007/s00436-012-2964-0>

MONTEIRO, C.M.O.; MATURANO, R.; DAEMON, E.; CATUNDA-JUNIOR, F.E.A.; CALMON, F.; SENRA, T.O.S.; FAZA, A.; CARVALHO, M.G.; (2012) Acaricidal activity of eugenol on *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) and *Dermacentor nitens* (Acari: Ixodidae) larvae. **Parasitology Research**, v. 111, p. 1295-1300, 2012. <https://doi.org/10.1007/s00436-012-2964-0>

NOVATO, T.L.P.; CRUZ, P.B.; MUNIZ, N.; PRATA, M.C. A.; VILELA, F.M.P.; DAEMON, E.; MATURANO, R.; MONTEIRO, C.M.O. Evaluation of synergism and development of a formulation with thymol, carvacrol and eugenol

for *Rhipicephalus microplus* control. **Experimental Parasitology**, v. 207, p., 2019. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2019.107774>

OLIVEIRA, P.R.; ANHOLETO, L.A.; SOUZA, J. R. L.; REMÉDIO, R.N.; MATOS, R.S.; CUNHA, E.L. R.; ARNOSTI, A.; SAMPIERI, B.R.; SODELLI, L.F.; OLIVEIRA, S.A.R.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. Natural Acaricidic. In.: **Inside ticks - Morphology, toxicology and therapeutic perspectives**. São Paulo: Editora Unesp, 2018. p. 119-136.

OLIVEIRA, P.R.; BECHARA, G. H.; CAMARGO-MATHIAS, M. I. Evaluation of cytotoxic effects of fipronil on ovaries of semi-engorged *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae) tick female. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 2459-2465, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.03.034>

OLIVEIRA, P.R.; BECHARA, G.H.; DENARDI, S.E.; NUNES, E.T.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. Morphological characterization of the ovary and oocytes vitellogenesis of the tick *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae). **Experimental Parasitology**, v. 110, p.146-156, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2004.12.016>

OLIVEIRA, P.R.; NODARI, E.F.; PEREIRA, M.C.; PEREIRA, N. R.C.; ANHOLETO, L.A.; ABREU, M.R.; OLIVEIRA, S.A.R.; ARNOSTI, A.; SANTOS, J.P.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. Synthetic Acaricides. In.: **Inside ticks - Morphology, toxicology and therapeutic perspectives**. São Paulo: Editora Unesp, 2018. p. 88-117.

POLITI, F.A.S.; FIGUEIRA, G.M.; CAMARGO-MATHIAS, M.I.; BERENGER, J.M.; PAROLA, P.; PIETRO, R.C.L.R. Action of ethanolic extract from aerial parts of *Tagetes patula* L. (Asteraceae) on hatchability and embryogenesis of *Rhipicephalus sanguineus* eggs (Acari: Ixodidae). **Industrial Crops and Products**, v. 67, p.55-61, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.01.014>

PRULLAGE, J.B.; POUND, J.M.; MEOLA, S.M. Synganglion morphology and neurosecretory centres of adult *Amblyomma americanum* (L.) (Acari: Ixodidae). **Journal Medical Entomology**, v. 29, p.1023-1034, 1992. <https://doi.org/10.1093/jmedent/29.6.1023>

REMÉDIO, R.N.; NUNES, P.H.; ANHOLETO, L.A.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. . Morphological alterations in the synganglion and integument of *Rhipicephalus sanguineus* ticks exposed to aqueous extracts of neem leaves (*Azadirachta indica* A. JUSS). **Microscopy Research and Technique**, v.114, p. 431-444, 2014. <https://doi.org/10.1002/jemt.22427>

REMÉDIO, R.N.; NUNES, P.H.; ANHOLETO, A.; OLIVEIRA, P.R.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. Morphological effects of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seed oil with known azadirachtin concentrations on the oocytes of semi-engorged *Rhipicephalus sanguineus* ticks (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, v. 114, p.431-444, 2015. <https://doi.org/10.1007/s00436-014-4200-6>

ROMA, G. C.; CAMARGO-MATHIAS, M. I.; OLIVEIRA, P. R.; FURQUIM, K. C. S.; BECHARA, G. H. Neurotoxic action of permethrin in *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae) female ticks. Morphological and cytochemical evaluation of the central nervous system. **Veterinary Parasitology**, v. 196, p. 482-491, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.02.025>

ROMA, G. C.; NUNES, P.H.; REMÉDIO, R. N.; CAMARGO-MATHIAS, M. I. Synganglion histology in different stages of *Rhipicephalus sanguineus* ticks (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, v.110, p. 2455-2463, 2012. <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2785-6>

SAMPIERI, B.R.; ARNOSTI, A.; FURQUIM, K.C.S.; CHIERICE, G. O.; BECHARA, G.H.; DE CARVALHO, P. L. P. F.; NUNES, P.H.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. Effect of ricinoleic acid esters from castor oil (*Ricinus communis*) on the oocyte yolk components of the tick *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology**, v. 191, p. 315-322, 2012a. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.09.013>

SAMPIERI, B.R.; ARNOSTI, A.; NUNES, P. H.; FURQUIM, K. C. S.; CHIERICE, G. O.; CAMARGO-MATHIAS, M. I. Ultrastructural changes in the ovary cells of engorged *Rhipicephalus sanguineus* female ticks treated with esters of ricinoleic acid from castor oil (*Ricinus communis*). **Microscopy Research and Technique**, v. 75, p. 683-690, 2012b. <https://doi.org/10.1002/jemt.21112>

SAMPIERI, B.R.; FURQUIM, K.C.S.; CARVALHO, P.; BUENO, O.; CAMARGO-MATHIAS, M. I. Ricinoleic acid esters from castor oil modifying male reproductive system of *Amblyomma cajennense* (Fabricius 1787). **Emergent Life Sciences Research**, v. 1, n. 1, p. 26-37, 2015. [https://doi.org/10.1111/clr.36\\_12679](https://doi.org/10.1111/clr.36_12679)

SAMPIERI, B.R.; FURQUIM, K.C.S.; NUNES, P.H.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) female ticks exposed to castor oil (*Ricinus communis*): an ultrastructural overview. **Parasitology Research**, v.112, p.611-619, 2013. <https://doi.org/10.1007/s00436-012-3173-6>

SAMPIERI, B. R.; MOREIRA, J.C.S.; PÁEZ, F.A.R.; CAMARGO-MATHIAS, M.I.I. Comparative morphology of the reproductive system and germ cells of *Amblyomma* ticks ( Acari : Ixodidae ): A contribution to Ixodidae systematics. **Journal of Microscopy and Ultrastructure**, v. 4, n. 2, p. 95-107, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jmau.2015.11.003>

SONENSHINE, D.E; ROE, R.M. (Ed.). **Biology of ticks**. New York: Oxford University Press, 2014.

SOUSA, L.A.D.; ROCHA, T.L.; SABÓIA-MORAIS, S.M. T.; BORGES, L.M.F. Ovary histology and quantification of hemolymph proteins of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* treated with *Melia azedarach*. **Revista Brasileira Parasitologia Veterinária**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 339-345, jul.-set. 2013. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612013000300004>

SOUZA, J.R.L.; OLIVEIRA, P.R.; ANHOLETO, L.A.; ARNOSTI, A.; DAEMON, E.; REMÉDIO, R. N.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. Effects of carvacrol on oocyte development in semi-engorged *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato females ticks (Acari: Ixodidae). **Micron**, v.116 p. 66-72, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2018.09.015>

STONE, B.F.; HAYDOCK, K. P. A method for measuring the acaricide susceptibility of the cattle *B. microplus* (Can.). **Bulletin of Entomology Research**, v. 53, p.563-578, 1962. <https://doi.org/10.1017/S000748530004832X>

WALKER, A.; GLETCHER, J.D.; GILL, H.S. Structural and histochemical changes in the salivary glands of *Rhipicephalus appendiculatus* during feeding. **International Journal for Parasitology**, v.15, n.1, p. 81-100, 1985. [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(85\)90106-7](https://doi.org/10.1016/0020-7519(85)90106-7)

ZHIVOTOVSKAYA, B.; ORRENIUS, S. Calcium and cell death mechanisms: a perspective from the cell death community. **Cell Calcium**, v. 50, p. 211-221, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.ceca.2011.03.003>