

CONTROLE DOS CARRAPATOS EM BOVINOS NO BRASIL

CONTROL OF TICKS IN CATTLE IN BRAZIL

Renato Andreotti^{1,2} , Marcos Valério Garcia³ ,
Leandro de Oliveira Souza Higa³ , Jacqueline Cavalcante Barros¹ ,
Pâmella Oliveira Duarte³  e Leandra Marla Oshiro³ 

RESUMO

O *Rhipicephalus microplus* é um carrapato amplamente encontrado no mundo. No Brasil, é considerado como um dos principais ectoparasitos responsáveis por perdas econômicas na pecuária, sendo associado à transmissão de patógenos aos bovinos, perda de peso e menor produção de leite. Uma das principais formas de controle desde o século XX é o uso de acaricidas. Esta revisão tem por objetivo entender os processos biológicos do *R. microplus*, o histórico e mecanismos relacionados ao controle químico bem como alternativas aos mesmos. O uso contínuo e indiscriminado dos produtos químicos associado a falhas nos processos de aplicação aceleram o processo de resistência aos acaricidas. Este artigo apresenta informações sobre as principais bases químicas, resistência, formas de aplicação, formas de controle alternativo, doenças transmitidas e biologia do carrapato-do-boi.

Palavras-chave: bovinos, carrapato, controle, manejo, TPB.

ABSTRACT

Rhipicephalus microplus is a tick widely found throughout the world. In Brazil, it is considered one of the main ectoparasites responsible for economic losses in livestock, being associated with the transmission of pathogens to cattle, weight loss and lower milk production. One of the main forms of control since the 20th century is the use of acaricides. This review aims to understand the biological processes of *R. microplus*, the history and mechanisms related to chemical control as well as alternatives to them. The continuous and indiscriminate use of chemical products associated with failures in the application processes accelerate the process of resistance to acaricides. This article presents information on the main chemical bases, resistance, forms of application, forms of alternative control, transmitted diseases and biology of the cattle tick.

Keywords: cattle, tick, control, management, CFT.

1 Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, MS, Brasil.

2 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, MS, Brasil.

3 Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional (DCR), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte/Biotick, Campo Grande, MS, Brasil.



Autor para correspondência:
renato.andreotti@embrapa.br

Revista Brasileira de Buiatria
Volume 2, Número 4, p.94-120, 2022

Publicado em 29 de janeiro de 2025

ISSN 2763-955X

DOI: 10.70061/2763-955X.2024.008



Associação Brasileira
de Buiatria



INTRODUÇÃO

O Brasil lidera o mercado mundial de exportação de carne bovina: é o segundo em produção de carne contando com um rebanho de 172 milhões de cabeças¹. No ano de 2022 o agronegócio da pecuária de corte somou cerca de R\$ 1,02 trilhão de reais e representou 10% do produto interno brasileiro (PIB)², além disso é o quarto produtor mundial de leite.

As projeções de exportações na próxima década apontam um crescimento potencial em torno de 30%, tendo em vista o aumento da demanda mundial por carne bovina³. O aumento de produtividade bovina gera a necessidade de investimento em genética pois a composição racial de bovinos no país apresenta apenas 15% de Taurinos e seus cruzamentos⁴, raças mais produtivas, mas sensíveis ao carrapato.

O carrapato-do-boi é encontrado em praticamente todos os biomas brasileiros, e sua presença na cadeia produtiva da pecuária causa um prejuízo estimado em US\$ 3,24 bilhões/ano⁵. O carrapato afeta diretamente o desempenho econômico e produtivo dos diferentes sistemas de produção da pecuária no Brasil, independentemente do nível tecnológico e seu produto, mas os prejuízos serão maiores quanto maior for o investimento⁶.

O investimento em genética mais produtiva deve levar em conta que o controle estratégico beneficia o desempenho produtivo e econômico das propriedades rurais, mas gera resistência dos carrapatos aos acaricidas que merece um monitoramento adequado em uma sociedade com demandas por práticas e formas de controle mais sustentáveis⁷.

Nesse cenário, os carrapatos tornam-se uma preocupação econômica e ambiental e neste artigo vamos discutir a importância do controle químico do carrapato, bem como outras alternativas, devido ao impacto biológico da infestação do carrapato *Rhipicephalus microplus* nos bovinos dentro da cadeia produtiva

e seu reflexo no desempenho econômico com sustentabilidade.

BIOLOGIA DO CARRAPATO

O número registrado de espécies de carrapatos no mundo ultrapassa 950 divididas em três famílias, sendo duas as mais abundantes: Ixodidae representada por mais de 740 espécies, divididas em catorze gêneros, comumente conhecidos por carrapatos “duros”, e a família Argasidae, com menor número de gêneros, conhecidos como carrapatos “moles”. Para finalizar a família Nuttalliellidae, representada por uma única espécie⁸(Figura 1).

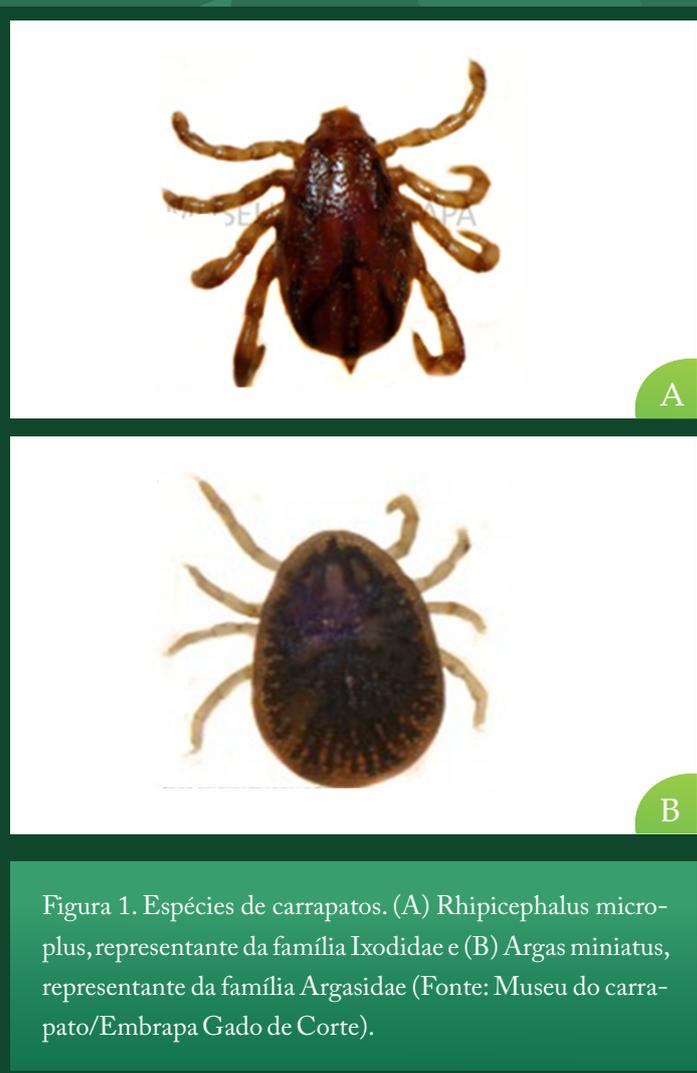


Figura 1. Espécies de carrapatos. (A) *Rhipicephalus microplus*, representante da família Ixodidae e (B) *Argas miniatus*, representante da família Argasidae (Fonte: Museu do carrapato/Embrapa Gado de Corte).



A Ixodofauna Brasileira é composta de 78 espécies, divididas entre as famílias Ixodídeos⁹ e Argasídeos (Quadro 1)¹⁰:

Quadro 1. Famílias, gêneros e espécies da ixodofauna brasileira.

Ixodofauna Brasileira			
Família	Espécies	Gêneros	Espécies
Ixodídeos	53	<i>Amblyomma</i>	34
		<i>Dermacentor</i>	1
		<i>Haemaphysalis</i>	3
		<i>Ixodes</i>	12
		<i>Rhipicephalus</i>	3
Argasídeos	25	<i>Antricola</i>	3
		<i>Argas</i>	1
		<i>Nothoaspis</i>	2
		<i>Ornithodoros</i>	19
Total	78	9	78

Vale ressaltar que no Brasil os gêneros *Amblyomma* e *Rhipicephalus* despertam um maior interesse na comunidade científica, dada a importância para a saúde única e o prejuízo causado na cadeia produtiva de bovinos. Como exemplo de carrapato de importância em saúde única pode-se evidenciar o *Amblyomma sculptum*. Já com relação ao impacto econômico pode-se destacar o *R. microplus*, mais conhecido como carrapato-do-boi⁷.

***Rhipicephalus microplus*: IMPORTÂNCIA**

O carrapato *R. microplus*, uma espécie que necessita de um único hospedeiro na fase parasitária, fato que o torna monoxenico, apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo entre os paralelos 32° norte e 32° sul¹¹. Popularmente conhecido como carrapato-do-boi, tem como predileção parasitar bovinos, principalmente animais de raças taurinas (*Bos taurus*) e suas cruzas que são mais sensíveis¹², mas podem ser encontrados parasitando equinos, ovinos e cervídeos

que compartilhem os mesmos ambientes dos bovinos. Esses carrapatos são encontrados em praticamente todos os biomas brasileiros, e, como já assinalado, sua presença na cadeia produtiva da pecuária causa um prejuízo estimado em US\$ 3,24 bilhões/ano⁵.

A infestação promove a perda de apetite, irritação e anemia provocada pelos carrapatos no momento do parasitismo gerando nos bovinos perda de peso e queda na produção¹³. A perda de animais acontece nos rebanhos bovinos por grandes infestações¹⁴. Além disso, este carrapato é o vetor dos agentes etiológicos da Tristeza Parasitária Bovina (TPB), doença causada por bactérias do gênero *Anaplasma* e protozoários do gênero *Babesia*, que quando não tratada pode causar o óbito de animais¹⁵. As lesões causadas pelas infestações de carrapatos promovem contaminações secundárias e o aparecimento de miíases nos hospedeiros¹⁶ provocando lesões severas e depreciação do valor do couro dos animais.

Outro fator responsável pelo prejuízo são os gastos exagerados com acaricidas na tentativa de conseguir realizar um controle eficiente deste ectoparasito, ainda um agravante presente que é surgimento de populações de carrapatos resistentes a quase todas as bases empregadas no controle, resistência desencadeada principalmente pelo uso incorreto ou desordenado dos acaricidas¹⁴.

CICLO DE VIDA DO *Rhipicephalus microplus*

O carrapato-do-boi necessita de um único hospedeiro para completar seu ciclo de vida parasitária, tendo preferencialmente os bovinos como hospedeiro principal¹⁷. As condições climáticas e a região definem a quantidade de gerações anuais que consegue produzir, em condições do bioma Cerrado são de três a cinco gerações^{18,19}.

Em suma, o ciclo de vida do carrapato-do-boi



pode ser compreendido em duas fases; parasitária e fase não parasitária (Figura 2).

A fase parasitária inicia-se com a fixação da larva em um hospedeiro suscetível, em algumas regiões do corpo do animal, sendo locais de predileção: barbela, região inguinal, úbere, região posterior e períneo, provavelmente devido temperatura, espessura da pele e para se proteger da autolimpeza realizada pelos hospedeiros na tentativa de retirar esses ectoparasitas²⁰. Após um período que pode variar de quatro a sete dias a larva fixada que realizou o repasto sanguíneo sofre muda/ecdise, ou seja, passa para o estágio de ninfa que permanece fixa no mesmo hospedeiro e que, após nove a dezesseis dias se alimentando, novamente sofre muda/ecdise transformando-se em carrapatos adultos (machos e fêmeas).

Por sua vez, os adultos, ainda sobre o hospedeiro, realizam cópula e as fêmeas vão continuar se alimentando do sangue até ficarem ingurgitadas por completo (cheias de sangue) e se desprender do hospedeiro, esse tempo pode variar de dezoito a 35 dias após a fixação das larvas²¹, apesar dessa amplitude de tempo de fixação descritos, a fase parasitária do *R. microplus*, desde a fixação da larva até o desprendimento da teleóquina dura, em média, 21 dias (Figura 3).

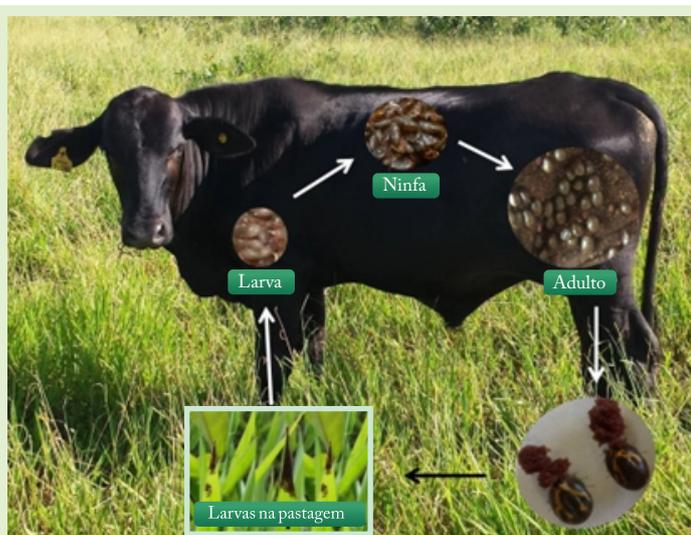


Figura 2. Ciclo biológico do carrapato *Rhipicephalus microplus* (Fonte: Museu do carrapato/Embrapa Gado de Corte).



Figura 3. Bovino infestado com carrapato *Rhipicephalus microplus*, em fase de teleóginas (Fonte: Furlong e Prata²⁸).

Os machos permanecem no hospedeiro buscando outras fêmeas para realizar cópula, por esse motivo permanecem um período maior sobre o mesmo. Pode-se salientar que, na fase parasitária, o carrapato não sofre tanto com as condições climáticas por estar fixo ao hospedeiro que mantém uma temperatura corporal constante, fato diferente ocorre na fase de vida livre, em que os carrapatos (fêmeas, ovos e larvas) estão expostos as condições climáticas e suas intempéries²⁰.

A fase não parasitária, como citado anteriormente, inicia-se quando a fêmea ingurgitada (teleóquina) se desprende do hospedeiro e cai ao solo, propriamente na pastagem, isso pode ocorrer de preferência no período da manhã ou no final da tarde, horários esses em que a temperatura e condições climáticas estão mais amenas, favorecendo assim a teleóquina.

Imediatamente após a queda da teleóquina ao solo ela vai em busca de um local que seja seguro e protegido, tanto de inimigos naturais (formigas, aranhas, sapos e aves) quanto da incidência intensa de luz solar, sempre nos estolões da gramínea bem rentes ao solo, quase sempre enterradas¹⁸.

Posteriormente num intervalo de três a cinco dias após o desprendimento da teleóquina, em condições climáticas favoráveis (temperatura e umidade), ocorre



o que se denomina período de pré-postura, tempo esse necessário para que aconteça a maturação dos ovários, produção e maturação dos ovos, período que pode variar de acordo com as condições climáticas^{18,19}.

Decorrido esse período de pré-postura tem início a ovipostura que pode durar em média quinze dias. Após a ovipostura, a fêmea morre, deixando no ambiente a massa de ovos incubada. Uma fêmea ingurgitada (teleógina) apresenta capacidade de converter em média 50% do seu peso vivo em massa de ovos, normalmente podem realizar postura de três mil ovos. Passado o período de incubação que também pode ser interferido e variar de acordo com temperatura e umidade (frio prolonga a incubação), as larvas eclodem quase que todas ao mesmo tempo, nesse instante apresentam três pares de pernas (hexápodas) e a coloração do exoesqueleto é quase translúcida, estado esse que é modificado após a exposição e contato com a atmosfera e a quitina passa a ter um tom avermelhado. Depois de um período que varia de sete a dez dias (período de quiescência) as larvas sobem para as extremidades da pastagem, onde permanecem agrupadas à espera do hospedeiro (Figura 4).

De acordo com estudos realizados^{18,19,22,23} as larvas podem permanecer viáveis à espera de hospedeiro

por períodos que variam de oitenta a 115 dias aproximadamente. A fase não parasitária termina quando as larvas conseguem se fixar em um hospedeiro ou quando morrem.

Vale lembrar que esta fase está intimamente ligada a fatores climáticos²⁰, sendo que esses fatores mostram que na primavera e verão, o período desde o desprendimento da teleógina até o surgimento de larvas é menor do que durante as estações de outono e inverno, de modo a tornar a fase não parasitária mais longa nas estações com temperaturas médias menores.

Outro fato importante a saber é que em torno de 95% dos carrapatos encontram-se no ambiente (ovos, larvas e/ou teleóginas) e somente 5% encontram-se parasitando os hospedeiros²⁰. Essa estimativa gera o grande problema em relação ao seu controle, pois todas as ações estão destinadas apenas aos carrapatos em fase parasitária, que é a minoria da população desse ectoparasita.

Levando em conta o ciclo de vida geral do carrapato, pode-se afirmar que o tempo de vida ou de um ciclo é completamente influenciado pelas condições climáticas de cada região, bem como estação do ano. Em condições ideais de temperatura e umidade o ciclo pode atingir até sessenta dias e em situações adversas de



Figura 4. Larvas do carrapato *Rhipicephalus microplus* na pastagem a espera do hospedeiro (setas e retângulo pontilhado) (Fonte: Museu do carrapato/Embrapa Gado de Corte).



clima esse ciclo pode ser mais duradouro.

Diante do exposto pode-se inferir que o conhecimento da biologia e ecologia do carrapato, bem como sua dinâmica na pastagem torna-se uma ferramenta essencial para obter sucesso efetivo no controle desse ectoparasita.

CONTROLE DO CARRAPATO COM USO DE ACARICIDAS

Um dos grandes propósitos para o início do controle químico foi justamente o problema causado indiretamente pelo carrapato: a TPB. Segundo a lite-

ratura, uma série de agentes químicos já foram utilizados como por exemplo soluções de nicotina, calenxofre, glicerina, sulfito de sódio, cresol, graxa, petróleo em óleo, querosene, óleo de semente de algodão e outros²⁴. No entanto, o primeiro produto acaricida a ser utilizado de fato era pertencente a classe dos arsenicais, no ano de 1895.

Ao longo dos anos, diversas bases químicas foram introduzidas no mercado de acaricidas (Tabela 1). Vale ressaltar ainda que alguns destes como arsenicais, dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) e organoclorados (ciclodienos e toxafeno) não são mais utilizados em animais de produção por apresentarem riscos

Tabela 1. Ano de introdução e primeiros relatos de resistência de bases químicas utilizadas em carrapatos do gênero *Rhipicephalus*^{16,26,27}.

Acaricida (ano de introdução)	Espécies	Países
Arsenicais (1893)	<i>Rhipicephalus (B.) microplus</i>	Austrália e Argentina (1936), Brasil e Colômbia (1948), Uruguai (1953) e Venezuela (1966)
Dicloro-difenil-tricloroetano (1946)	<i>R. (B.) microplus</i>	Argentina, Austrália e Brasil (1953), Venezuela (1966) e África do Sul (1979)
	<i>R. decoloratus</i>	África do Sul (1954)
Ciclodienos e Toxaphene (1947)	<i>R. (B.) microplus</i>	Argentina, Austrália e Brasil (1953), Venezuela (1966) e África do Sul (1979)
	<i>R. decoloratus</i>	África do Sul (1948), Quênia (1964), Zimbábue (1969) e Uganda (1970)
	<i>R. apendiculatus</i>	África do Sul (1964), Zimbawe (1966), Quênia (1968) e Tanzânia (1971)
Organofosforados: grupo dos carbamatos (1955)	<i>R. evertsi evertsi</i>	África do Sul (1959), Kenya (1964), Zimbábue (1966) e Tanzânia (1970)
	<i>R. microplus</i>	Austrália e Brasil (1963), Argentina (1964), Colômbia (1967), África do Sul (1979), Uruguai (1983) e México (1986)
	<i>R. decoloratus</i>	África do Sul (1966) e Zâmbia (1976)
	<i>R. apendiculatus</i>	África do Sul (1975)
Formamidinas (1975)	<i>R. evertsi evertsi</i>	África do Sul (1975)
	<i>Amblyomma mixtum</i>	México (2013)
	<i>R. microplus</i>	Austrália (1981), Brasil (1995), Colômbia (2000) e México (2002)
Lactonas macrocíclicas (1981)	<i>Rhipicephalus spp</i>	África do Sul (1997)
	<i>Amblyomma mixtum</i>	México (2013)
Lactonas macrocíclicas (1981)	<i>R. decoloratus</i>	África do Sul (1987)
	<i>R. (B.) microplus</i>	Brasil (2001) e México (2010)
Lactonas macrocíclicas (1981)	<i>R. decoloratus</i>	África do Sul (1987)
	<i>R. (B.) microplus</i>	Brasil (2001) e México (2010)
Fluazuron (1994)	<i>R. microplus</i>	Brasil (2014)



de contaminação tanto em produtos de origem animal quanto no ambiente²⁵.

Conforme observado na tabela 1, diversos são os acaricidas já utilizados no tratamento do carrapato bovino. Os acaricidas utilizados atualmente no controle do carrapato pertencem às seguintes classes: organofosforados, formamidinas, piretróides, lactonas macrocíclicas, fenilpirazoles e benzoilfeniluréis (fluazuron).

DESENVOLVIMENTO DA RESISTÊNCIA

As formas de desenvolvimento da resistência dos carrapatos aos acaricidas são conhecidas de forma parcial, sabe-se que o uso constante e indiscriminado de produtos químicos provoca a seleção de mutações e o desenvolvimento da resistência por parte das populações de carrapato. Este processo é conhecido como o estabelecimento do alelo resistente²⁸.

A resistência também pode ocorrer naturalmente, na frequência de um a cada um milhão de indivíduos nascendo resistente. Após o estabelecimento do alelo resistente, a pressão de seleção faz com que carrapatos carregando o gene da resistência sejam mais representativos na população em geral, que por sua vez irão gerar mais descendentes resistentes²⁹.

O tempo ou o número de aplicações necessárias para um alelo resistente se estabelecer na população e a mensuração de quanto tempo é necessário para os acaricidas perderem sua eficácia dependem de diversas variáveis. As variáveis de maior importância são:

- Forma como foi herdado o alelo resistente (dominante, codominante ou recessiva).
- Taxa de mutações na população antes da primeira aplicação do acaricida.
- Quantidade de indivíduos que por diversos motivos não entraram em contato com o acaricida.
- Frequência de aplicações do carrapaticida jun-

tamente com a dosagem da concentração do acaricida utilizado³⁰.

Apesar da dificuldade para realização de tal avaliação, são necessárias seis aplicações por ano para que se constate uma redução na eficácia, fato que pode contribuir para o aparecimento de indivíduos resistentes³¹.

Como anteriormente mencionado, vários tipos de compostos químicos são utilizados nos diferentes acaricidas, sendo a maioria pertencente ao grupo dos organofosforados, piretróide, aminidinas, lactonas macrocíclicas, fenilpirazóis ou benzoilfenilureias³². Com isso, as populações de carrapatos podem gerar diferentes formas de resistência adquirida, as quais variam de acordo com a pressão de seleção e ocasiona diferentes características genéticas e em proporções (graus) diferentes³³.

Dois mecanismos principais podem ser citados como responsáveis pelo processo de resistência em carrapatos:

Resistência metabólica: aumento do processo de se detoxificar e/ou eliminar os produtos químicos. Geralmente isso é possível devido à melhora de expressão ou de especificidade das enzimas responsáveis pelo metabolismo de drogas³⁴. Alguns artrópodes respondem à presença de moléculas xenobióticas superexpressando enzimas pertencentes ao complexo citocromo P450³⁵. Esterases (Est) e glutathione S-transferase também compõem as principais famílias de proteínas envolvidas na resposta apresentada pelo carrapato.

Resistência pela insensibilidade no sítio de ação: alterações em região codante podem causar alterações em aminoácidos, que por sua vez pode gerar uma modificação na estrutura tridimensional da proteína final. Todas essas alterações podem interferir na ligação das moléculas em seus respectivos sítios de ação³⁶.

Por meio de estudos relacionados aos mecanismos de ação dos acaricidas, é possível explicar as ações



moleculares que causam a resistência, o que inclui o aumento da expressão gênica ou da atividade de enzimas envolvidas em metabolismo xenobiótico/detoxicador e mutações em neuroreceptores para acaricidas relatados como neuromoduladores, dependendo da classe acaricida (ou seja, a resistência aos acaricidas em cada classe pode ter diferentes causas). O metabolismo xenobiótico/detoxicador também pode estar associado com a capacidade celular em modular as moléculas das drogas no meio extracelular. Também há acaricidas que agem no sistema nervoso de artrópodes afetando os neurônios pré-sinápticos, neurotransmissores ou neurônios pós-sinápticos, causando mutações em canais iônicos (alguns acaricidas utilizam o canal de sódio para neutralizar o carrapato)^{37,38}.

MÉTODOS DE APLICAÇÃO ACARICIDA

O primeiro método a ser citado consiste no pulverizador manual (Figura 5A) ou bomba costal. Apresenta como vantagens a facilidade na diluição e troca do acaricida e relativa facilidade no descarte de soluções. Além disso, vale ressaltar que, para uma melhor aplicação, o animal deve estar preferivelmente contido. A principal desvantagem é a aplicação em grandes rebanhos, o qual passa a ser laboriosa e ter por consequência uma aplicação variada devido ao cansaço.

Também pertencente aos métodos de pulverização, o brete de aspersão (Figura 5B) apresenta uma



Figura 5. Métodos de aplicação de acaricida. (A) Pulverizador manual, (B) brete de aspersão, (C) aplicação injetável e (D) aplicação *pour-on* (Fonte: Embrapa Gado de Corte).



alternativa para o tratamento em larga escala, uma vez que instalações contendo a calda acaricida em tanques e uma estrutura de pulverização automatizada é utilizada. A desvantagem consiste no investimento necessário para adquirir a estrutura e equipamentos bem como sua manutenção.

Acaricidas injetáveis (Figura 5C) também são prontos para uso, desde que a dose por quilo de peso vivo do animal seja respeitada. Uma desvantagem nesse método é o risco de transmissão de patógenos via agulhas para aplicação, caso estas não sejam trocadas a cada animal.

Outra forma prática de aplicação acaricida é feita por *pour-on* (Figura 5D). A vantagem deste método é que a solução acaricida vem diluída previamente em forma de solução oleosa, sendo necessário apenas ajuste ao peso e cuidado na aplicação na linha dorsal do animal.

CLASSES ACARICIDAS

Organofosforados: introduzidos na década 1950, os organofosforados supriram uma demanda crescente no mercado acaricida devido às limitações descobertas no uso dos organoclorados. Derivados do ácido fosfórico (H_3PO_4), apresentam ação no canal de sódio (Na^+), mais especificamente na dinâmica entre o neurotransmissor acetilcolina e a enzima responsável por sua degradação: a acetilcolinesterase. A acetilcolina se liga em um sítio específico do canal de Na^+ localizado na fenda pré-sináptica, atuando no influxo de íons Na^+ para o interior da célula, gerando excitação e transmissão do impulso nervoso. A molécula de organofosforado age inibindo a acetilcolinesterase, o que permite a ligação prolongada da acetilcolina, gerando um influxo descompensado de íons Na^+ e tendo por consequência a hiperexcitação e morte do carrapato³⁹.

Apesar de substituírem os organoclorados, essa base química ainda demanda cuidados com relação a

sua toxicidade. Sabe-se que a acetilcolina presente nos carrapatos também está presente nos mamíferos, o que pode causar intoxicação do animal tratado ou mesmo do aplicador⁴⁰. Entre os sintomas mais comuns de intoxicação para seres humanos, estão a salivação, dor de cabeça, confusão, paralisia e rigidez dos músculos e problemas respiratórios e outros⁴¹. São exemplos de compostos pertencentes a essa classe: clorpirifós, clorfenvinfós, etion e diazinon⁴².

Conforme descrito na literatura, quando um carrapato é resistente ao tratamento com organofosforado, um dos motivos pode ser uma insensibilidade no sítio de ação, aumento de enzimas esterases via expressão gênica ou mesmo outros mecanismos promovidos pelas próprias células, como o processo de detoxificação celular⁴³.

Formamidinas: o composto químico mais amplamente utilizado no controle de carrapatos pertencente a esta classe é o amitraz, um acaricida não sistêmico desenvolvido no início dos anos 1970. Este pesticida supriu a necessidade de uma alternativa aos organofosforados que apresentavam cada vez mais relatos de resistência e serviu como uma possibilidade de menor toxicidade, se comparado à classe anterior.

Muito se discutiu em relação ao mecanismo de ação deste pesticida e até mesmo casos de resistência já haviam sido relatados enquanto estudos no tema ainda avançavam²⁶. O amitraz atua na octopamina, um neurotransmissor que regula a excitação celular envolvendo proteínas conhecidas como Proteínas G e uma cadeia de reação enzimática¹³. Atuando como estimuladores dos receptores de octopamina (agonistas), o amitraz tem por consequência a diminuição do cálcio (Ca^{2+}) e ativação do efluxo de potássio (K^+), alterando o processo de transmissão nervosa⁴⁴.

Estudos realizados por Chen et al.⁴⁵ demonstraram a presença de insensibilidade no sítio de ação em carrapatos considerados resistentes ao químico. Uma mutação no gene do receptor α -adrenérgico da octopamina também já foi descrito em uma população



de carrapatos resistentes ao amitraz, sendo esta uma mutação pontual ou de nucleotídeo único (Single Nucleotide Polymorphism - SNP)⁴⁶. Mecanismos celulares também são descritos como a detoxificação envolvendo enzimas como o citocromo p450 e esterases⁴⁷ e transportadores ABC, responsáveis por retirar toxinas para fora da célula¹³.

Piretróides: ainda dentro da temática entre resistência e descoberta de novas bases químicas, a indústria utilizou as piretrinas (composto derivado de planta do gênero *Chrysanthemum* spp.) para o desenvolvimento dos conhecidos piretróides sintéticos, compostos estes mais estáveis diante da luz solar⁴⁸. São exemplos de compostos desta classe a cipermetrina, deltametrina, cialotrina, permetrina, ciflutrina e flumetrina.

Disponibilizado ainda nos anos 1970 no Brasil, essa classe química também está relacionada ao canal de sódio, mais especificamente nos canais de sódio dependentes de voltagem encontrados nos neurônios⁴⁹. Os canais de sódio cumprem importante função na transmissão do impulso nervoso. Uma vez recebido o estímulo elétrico, os canais iônicos se abrem, causando um influxo de Na⁺ para o interior da célula. Este movimento iônico causa a despolarização da célula, processo que constitui uma das etapas da transmissão do impulso nervoso. Em seguida, os canais de Na⁺ são inativados e os canais de K⁺ são abertos, ocorrendo o efluxo desses íons para fora da membrana e consequente normalização do potencial de ação da membrana⁵⁰. A ação dos piretróides ocorre no canal de Na⁺, alterando a permeabilidade iônica da membrana ao Na⁺, causando hiperexcitação e morte. O canal de Na⁺ em questão é dividido em quatro domínios (I a IV), sendo que cada domínio possui seis segmentos.

He et al.⁵¹, utilizando o sequenciamento de genes, identificaram a substituição de um aminoácido específico no domínio III (fenilalanina por isoleucina) do canal de Na⁺ nestas populações de *R. microplus*. De acordo com Lovis et al.³⁸, a mutação L641 no domínio

II dos canais de Na⁺ é responsável pela resistência em vários piretróides, e possuem ampla distribuição. Os autores encontraram a presença de populações de carrapato resistente à piretróides no Brasil, Argentina, Austrália e África do Sul. Utilizando amostras provenientes de Estados Unidos da América e México, Stone et al.⁵² confirmaram a presença de mutações não apenas no domínio III (T213A), mas também no domínio II (C190A). Além disso, a mutação conhecida como *super-knockdown* (M918T/TI70C), previamente encontrada apenas em insetos, também foi identificada. Domingues et al.⁵³ também encontraram no Brasil a mutação C190A (domínio II) no estado de Minas Gerais.

Lactonas macrocíclicas: surgiram no início da década de 1980. Esses acaricidas possuem ação tanto ecto como endoparasitária, servindo como importante ferramenta no controle dos carrapatos e nematoides. São derivados de produtos obtidos através da fermentação da bactéria *Streptomyces avermitilis*. Esta bactéria pertence ao grupo dos Actinomicetos e pode ser encontrado no solo⁵⁴. Do processo de extração, obtém-se o composto denominado avermectina, sendo este um complexo de oito moléculas, incluindo abamectina e derivados como a ivermectina.

As lactonas macrocíclicas no geral parecem ter efeito principalmente nos receptores glutamato, potencializando a resposta ou ativando os canais de cloro (Cl)⁵⁵. Com o canal de Cl aberto por longos períodos, ocorre um influxo de íons cloreto para dentro da célula, provocando a hiperpolarização e subsequente paralisia do sistema neuromuscular⁵⁶.

Dentro deste grupo químico, atualmente podem ser encontrados, principalmente, quatro subgrupos no Brasil: ivermectina, abamectina, moxidectina e doramectina. Segundo o Sindan⁵⁷, a maioria desses produtos possui concentração em torno de 1 a 3,5%, sendo a abamectina e ivermectina os mais encontrados nos ectoparasiticidas comerciais registrados. A via de aplicação mais comum é a injeção subcutânea, com uso



de medicamento oral para tratamentos específicos de endoparasitas.

Fenilpirazóis: foram desenvolvidos na década de 1980, e disponibilizados para o mercado nos anos noventa, para utilização na agricultura e medicina veterinária⁵⁸. Seu método de aplicação é na forma *pour-on*, sendo proibidos para animais em lactação. Originalmente, o fipronil foi empregado no controle de pragas agrícolas e outros insetos, e posteriormente utilizado para ectoparasitos de bovinos. O uso de produtos baseados em fipronil na agricultura pode interferir no controle do *R. microplus* e contribuir para a resistência a este composto²⁷.

O mecanismo de ação ocorre por meio de neuromodulação realizada pela molécula de fipronil, gerando o antagonismo dos receptores GABA (ácido -aminobutírico) e bloqueando os canais de Cl, levando à hiperexcitação e morte⁵⁹. O processo de resistência a este composto está ligado a mutações nos domínios dos canais de cloreto controlado por GABA⁶⁰.

Fluazuron: é um composto pertencente à classe benzoilfeniluréia, que age regulando o crescimento do carrapato por meio da inibição de incorporação de quitina na cutícula. No Brasil, primeiro relato de resistência ao fluazuron foi reportado por Reck et al.¹⁶. Estudos realizados por Cruz et al.⁶¹, sugerem que o fluazuron apresenta efeito deletério apenas na eclodibilidade de larvas provenientes de fêmeas tratadas.

Isoxazolina: após um longo período sem a inserção de novas bases químicas no mercado, no ano de 2014, a nova classe de acaricidas conhecida como isoxazolina surgiu como opção para o controle de ectoparasitos⁶². A primeira molécula desenvolvida foi o fluralaner, composto que teve o *Rhipicephalus linnaei* (anteriormente conhecido como *R. sanguineus*), o carrapato-do-cão, como o primeiro carrapato a ser controlado utilizando esse acaricida⁶³.

Descritos como inibidores dos canais de cloreto mediados por GABA e canais de cloreto controlados por L-glutamato, possui ação no sistema nervoso cen-

tral, resultando em paralisia e morte do carrapato. No ano de 2022, foi formulado e registrado no Brasil com o nome de Exzolt (*pour-on*) para o controle do *R. microplus*, sendo considerado altamente eficaz no controle do carrapato-do-boi e outros ectoparasitos de importância veterinária⁶⁴. Outros compostos pertencentes a esta classe são o sarolaner, afoxolaner e lotilaner.

USO DE TESTES DE DIAGNÓSTICO

Para preservar a eficácia acaricida, é recomendado o uso de bioensaios *in vitro* (Figura 6A) para avaliação da resistência acaricida antes da aplicação dos produtos, permitindo o uso da base química mais adequada. Os testes normalmente empregados são: teste



Figura 6. Testes de avaliação da resistência a acaricida. (A) Diluição acaricida e impregnação em papel filtro para o teste de pacote de larvas (TPL) e (B) pacotes impregnados com acaricidas para desafio de larvas de *Rhipicephalus microplus* usando o teste de pacote de larvas (TPL) (Fonte: Museu do carrapato/Embrapa Gado de Corte).



de imersão de adultos (TIA)⁶⁵ e teste de pacote de larvas (TPL)³⁰ (Figura 6B) e teste de imersão de larvas (TIL)⁶⁶.

No TIA, utiliza-se fêmeas ingurgitadas para imersão em frascos contendo diluições comerciais dos acaricidas. Posteriormente, os parâmetros reprodutivos e a eclodibilidade das larvas revelam a eficácia do produto testado.

O TPL é um teste realizado com larvas, onde estas são alocadas em papéis filtro previamente embebidos em 670 µL de acaricida, sendo vedados com presilhas, formando pacotes. Após o período de 24 horas, a taxa de mortalidade é avaliada. O TIL dispõe de uma metodologia similar ao TIA, testando em larvas as diferentes diluições de acaricidas. Este teste é importante para o diagnóstico da eficácia de acaricidas *pour-on*, como as lactonas macrocíclicas⁶⁷.

MITIGAÇÃO DO PROCESSO DE RESISTÊNCIA

A maioria dos casos de resistência pertence a produtos com apenas uma classe química⁶⁸. Assim sendo, classes acaricidas em combinação e o monitoramento da resistência por meio de testes de diagnóstico, aliado à aplicação correta do acaricida, são as principais formas de aumentar a durabilidade da eficácia dos produtos, diminuindo o aparecimento da resistência.

A partir do conhecimento da eficácia através dos bioensaios, é possível utilizar também a estratégia conhecida como rotação de classes acaricidas. Duas ou mais bases químicas pertencentes a diferentes classes (ou seja, diferentes mecanismos de ação) e sem potencial de resistência cruzada devem ser utilizadas durante um período⁶⁹. No entanto, vale ressaltar que os resultados desse método podem variar de acordo com o grau de resistência pré-estabelecido na população em questão.

CONTROLE ESTRATÉGICO DO CARRAPATO

No Brasil a principal ferramenta para controle dos carrapatos é ainda o uso de acaricidas. No entanto, a ação baseada no conhecimento da biologia e ecologia do parasita resultará em um melhor controle, menor custo, retardamento no avanço da resistência e menor impacto no ambiental.

O carrapato sofre influência das condições climáticas no ambiente e isso determina o aparecimento das futuras gerações da população na pastagem. Tomando como exemplo o Brasil Central, há uma definição de dois períodos no ano determinados pela umidade do ar: de abril a setembro o período de seca e outubro a março o período das águas.

Geralmente os acaricidas não são empregados da forma correta/recomendada, acarretando contaminação ambiental, dos produtos de origem animal e intoxicação das pessoas e animais. Esta prática também acarreta um controle com baixa eficácia e facilita a seleção de carrapatos resistentes, com aumento dos prejuízos econômicos.

Para um controle mais eficiente devem-se considerar alguns aspectos, entre os quais o conhecimento do ciclo de vida do carrapato e a dinâmica populacional, especialmente a sazonalidade, para identificar quando a população está na fase mais vulnerável ao controle e considerar o grau de sangue europeu dos animais, associado com o tipo e o manejo da pastagem, bem como, a lotação estabelecida.

Nesse método, dados tanto da biologia do carrapato quanto da eficácia de acaricidas *in vitro* são empregadas. Para isso é necessário conhecer os procedimentos para o controle estratégico do carrapato-do-boi que é realizado em dez passos¹⁴.

Os passos para o controle estratégico do carrapato do boi (Figura 7), se baseiam em escolher o produto adequado ao combate da população de carrapatos de cada propriedade por meio de bioensaios para avaliação



10 PASSOS PARA CONTROLAR O CARRAPATO-DO-BOI



1. Use o produto adequado

Cada produtor deve conhecer o produto ideal para o controle do carrapato na sua propriedade. O teste pode ser realizado na Embrapa Gado de Corte.



3. Siga as instruções do produto

Siga a bula do produto rigorosamente, principalmente quanto à homogeneização, dosagem, período de descarte do leite e permissão para uso em vacas lactantes.



5. Aplicação correta

O banho deve ser dado com o animal contido, no sentido contrário ao dos pêlos, com pressão adequada e em toda a superfície do corpo, incluindo cara, orelhas e entre as pernas. Evite dias de chuva e horários de sol forte. Em caso de tratamento *pour-on* (na linha do dorso), avalie o peso de cada animal pra aplicação da quantidade correta do produto, de acordo com as recomendações da bula.



2. Qual a melhor época para controlar o carrapato?

No final do período da seca, quando os carrapatos estão em menor número nas pastagens, utilizando de 5 a 6 banhos com intervalos de 21 dias.



4. Cuide-se

No preparo e aplicação do produto utilize máscara, luva, roupa adequada e banhe os animais a favor do vento para evitar intoxicação.



6. Reduza a população de carrapatos nas pastagens

Os animais recém tratados devem retornar às pastagens infestadas para que funcionem como "aspiradores" dos carrapatos que lá estão à espera do hospedeiro. Os carrapatos que subirem nos animais serão mortos quando entrarem em contato com o produto. Os que conseguirem sobreviver serão combatidos no próximo banho.



7. Dê mais atenção aos animais de "sangue doce"

Os bovinos mais infestados, conhecidos como animais de "sangue doce" são os responsáveis pela recontaminação da pastagem. Eles devem ser identificados e tratados com mais frequência.



9. Evite infestações mistas

Equinos e bovinos devem ser mantidos em pastos separados, pois os bovinos também podem ser infestados pelos "carrapatos do cavalo" cujo controle é diferente.



8. Controle a introdução de animais

Os animais recém adquiridos devem ser tratados no local de origem. Isolados por 30 dias antes de sua incorporação ao rebanho.



10. Avalie anualmente o desempenho do produto

O teste de sensibilidade dos carrapatos aos carrapaticidas deve ser repetido anualmente. Troque o carrapaticida por outro de mecanismo de ação diferente, no máximo a cada dois anos, de acordo com os resultados do novo teste.

Ilustração: Guilbert Araujo

Associação Brasileira de Buiatria

Figura 7. Dez passos para o controle estratégico do carrapato-do-boi. (Fonte: Andreotti et al.¹⁴).



da suscetibilidade. Recomenda-se iniciar o controle no final do período seco, época desfavorável ao carrapato no campo, quando sua população está baixa. Ao aplicar carrapaticidas nos animais nessa época são combatidas todas as larvas presentes no hospedeiro, prevenindo-se o aumento da população do parasita na pastagem assim que inicia o período que lhe é favorável. Realizar uma série de cinco tratamentos com carrapaticida de contato com intervalos menores que 21 dias. Ao utilizar produtos com efeito residual, deve-se somar o tempo de proteção aos 21 dias do ciclo para definir o intervalo de tratamento. Com isso, pode-se evitar o desenvolvimento das larvas do carrapato por um período de 105 dias, retirando grande parte da população de larvas das pastagens e, conseqüentemente, diminuindo significativamente a quantidade de teleóginas no pasto⁷⁰ (Figura 8).

Para isso propõe-se aplicação de produtos acaricidas, em menor número de vezes sempre considerando a biologia, a ecologia do carrapato, a dinâmica populacional e, principalmente, a sazonalidade, para identificar quando a população de carrapatos se encontra mais vulnerável¹⁴. Segundo Calvano et al.⁷¹ o controle realizado com acaricidas é viável economicamente

para animais de recria da raça Brangus e contribui para o desenvolvimento do seu potencial genético. Outros aspectos de manejo em função da categoria animal e fatores ambientais se destacam: altas infestações de carrapatos, período de pós desmame e demasiado estresse mostram maior infestação de carrapatos e com menor ganho de peso⁷². Já para animais zebuínos como da raça Nelore, o controle estratégico deixa de ser eficiente economicamente por estar abaixo do limiar econômico, sendo necessário o acompanhamento para tratamento tático com base em observações⁸⁵.

MANEJOS DE PASTAGENS: SISTEMA LONE TICK

O Sistema *Lone Tick* é uma tecnologia desenvolvida para controlar o carrapato-do-boi sem o uso de acaricidas²³. O controle é exercido sobre o *R. microplus* em bovinos infestados, com base no tempo de sobrevivência das larvas nas pastagens. O objetivo é promover o distanciamento entre os bovinos e o carrapato, definindo um período de vazio sanitário. Esse sistema de produção foi baseado no uso de animais de recria, no

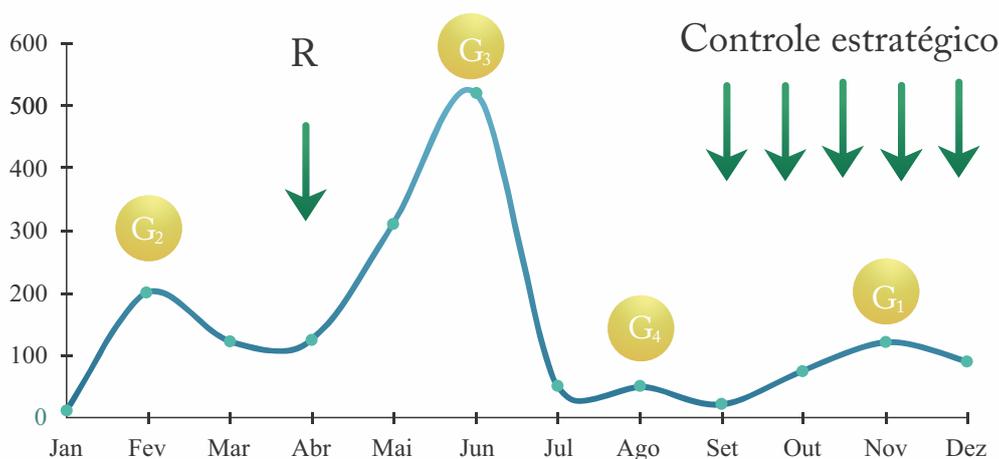


Figura 8. Dinâmica populacional do *Rhipicephalus microplus* ao longo do ano e suas gerações ("G"). Tratamentos químicos representados por setas e uma dose reforço ("R").



bioma cerrado. Podendo utilizar animais com infestação natural com, ou sem tratamento acaricida.

Para tal utilizam-se quatro piquetes de tamanhos iguais, sendo que cada um é utilizado por 28 dias mudando sucessivamente, com isso ocorre a separação e o isolamento dos carrapatos em relação aos bovinos. Após um período de 84 dias de diferimento os animais retornam para o mesmo piquete. O sistema de pastoreio com 28 dias promove a separação dos carrapatos do hospedeiro, associado ao vazio sanitário de 84 dias, sendo esse período o tempo necessário para diminuir de forma drástica o número de carrapato na pastagem.

Andreotti et al.²³, mostraram que houve redução de 98,2% da população. Importante salientar que o mínimo de larvas que conseguem sobreviver e fixar-se no hospedeiro ajudam a manter a estabilidade enzoótica para TPB. Com base nos resultados, concluiu-se que o sistema de pastoreio com 28 dias promovendo a separação dos carrapatos do hospedeiro, associado ao vazio sanitário de 84 dias foi eficaz no controle dos carrapatos com baixa infestação parasitária, na manutenção da estabilidade enzoótica para TPB e, além disso, mantiveram ganho de peso médio diário. Os animais não apresentaram sinais para TPB e nem a presença de miíases. O Sistema Lone Tick, mostra que é possível criar raças mais produtivas sem o uso de acaricidas.

FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS

A utilização de fungos entomopatogênicos como agentes de controle é empregada desde a década de 1960, e tem sido mais utilizada e explorada no combate a pragas na agropecuária brasileira. Esses organismos são pioneiros no controle microbiano de pragas, sendo eles responsáveis por uma grande maioria das patogenias em pragas de importância econômica. A ampla diversidade de fungos, que inclui mais de noventa gêneros e setecentas espécies, proporciona uma grande vantagem e versatilidade na

utilização desses agentes no controle biológico⁷⁴. Os fungos entomopatogênicos são capazes de causar a morte de uma variedade de insetos e ácaros, e possuem grande potencial para uso prático como auxiliares na supressão desses artrópodes pela possibilidade de cultivo *in vitro* e formulação de suas estruturas reprodutivas⁷⁵.

Existe quase uma centena de bioinseticidas biológicos no Brasil, mais de 60% são formulados à base de fungos entomopatogênicos, principalmente os pertencentes à ordem *Hypocreales*, com destaque para *M. anisopliae* e *Beauveria bassiana*, utilizados respectivamente no controle de cigarrinhas da cana-de-açúcar e da mosca-branca (*Bemisia spp.*). Esses patógenos desempenham um papel central no controle biológico de pragas agrícolas no país.

No entanto, o controle biológico de carrapatos é um desafio, por causa da morosidade em causar a morte do hospedeiro, a necessidade de altas concentrações do propágulo no ambiente e sua sensibilidade⁷⁵. O uso ou aplicabilidade do controle com fungo entomopatogênico no campo contra carrapatos dependerá de mais estudos e medidas tecnológicas para melhorar o desempenho e assim atingir um controle eficiente.

FITOTERÁPICOS

Os produtos derivados dos vegetais estão representados por centenas de princípios ativos que pertencem às seguintes classes químicas: carboidratos, lipídios, compostos nitrogenados, terpenoides e os fenilpropanoides. A maioria desses compostos apresenta vários tipos de atividades biológicas, como por exemplo, ações tranquilizantes, anti-inflamatórias, citotóxicas, antimicrobianas, antivirais, fungicidas, inseticidas, repelentes etc⁷⁶. Estes produtos são utilizados para as mais diversas finalidades, tanto na terapêutica clínica, como na indústria de cosméticos e de alimentos⁷⁷.



Muitas das espécies vegetais são fontes de substâncias químicas com propriedades pesticidas, isso porque as plantas podem sintetizar metabólitos secundários com atividade para defesa contra inimigos naturais.

Compostos fitoterápicos são obtidos a partir de recursos renováveis e, podem apresentar desenvolvimento mais lento da resistência. Pela presença de vários agentes com diferentes mecanismos de ação, são degradados mais rapidamente, não provocam efeito em organismos não alvos e, apresentam baixa toxicidade como também, baixa contaminação ambiental e dos alimentos⁷⁷.

Pela sua natureza volátil, os extratos vegetais apresentam um risco muito menor de contaminação ambiental porque se dissipam no ar. Neste contexto, o uso destes fitoterápicos representa uma alternativa viável que há anos vem sendo estudada no controle de várias espécies de carrapatos.

Uma das dificuldades em desenvolver acaricidas à base de plantas é transposição da eficácia obtida *in vitro* para o campo e, isso se deve, em parte, pela dificuldade em se conseguir uma estabilidade aos compostos químicos presentes no extrato, alta volatilidade e baixa persistência no ambiente⁷⁸.

No entanto, existem diversos trabalhos de pesquisa com fitoterápicos acaricidas realizados, apesar da limitação em relação à durabilidade quando comparado com os carrapaticidas químicos, esses podem requerer concentração mais elevada, bem como, maior número de aplicações.

As necessidades visando a aplicação comercial destes pesticidas incluem disponibilidade de quantidade, padronização e aprovação pelos órgãos competentes. Barros et al.⁷⁹, relatam que a toxicidade de uma planta contra carrapatos nem sempre a qualifica como pesticida. Vários aspectos devem ser levados em consideração, tais como: forma de extração e conservação dos extratos, eficácia em baixas concentrações, ausência de toxicidade, fácil obtenção,

manipulação e aplicação, e viabilidade econômica⁸⁰.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) já realizou pesquisas com *Tagetes minuta* Linnaeus (Figura 9), uma planta herbácea anual que pertence à família *Asteraceae*, mais conhecido popularmente como “cravo-de-defunto” visando o controle de várias espécies de carrapatos, e obtiveram resultados promissores. Quatro componentes principais (tagetona, diidrotagetona, limoneno e -ocimeno) constituem o óleo essencial de *Tagetes minuta*. O efeito acaricida em diversas espécies de carrapato foi estudado de forma *in vitro*⁸¹, com confirmação de ação acaricida em *R. microplus* por meio de testes *in vivo*, utilizando os testes do estábulo⁸². Nootkatone isolado de *Chamaecyparis nootkatensis* (Figura 10B) apresentou efeito deletério *in vitro* em carrapatos *R. microplus* sugerindo que o nootkatone tem um grande potencial de uso como ferramenta para controle de carrapatos⁸³.



Figura 9. Plantas utilizadas como acaricidas. (A) *Tagetes minuta* Linnaeus e (B) *Chamaecyparis nootkatensis*.

VACINAS

A busca de novas ferramentas para o controle efetivo do carrapato, as vacinas são alternativas promissoras ao controle químico⁸⁴ pois os hospedeiros podem gerar respostas imunológicas contra carrapatos resultando em eficácia de proteção.

As raças bovinas europeias são mais suscetíveis



a infestações do que as bovinas *Bos indicus*⁸⁵. O controle imunológico contra o *R. microplus* foi alcançado pela vacinação de bovinos com o antígeno oculto Bm86, uma glicoproteína localizada na membrana das células epiteliais do intestino do carrapato⁸⁶.

A partir das descobertas de antígenos promissores foram desenvolvidas quimeras como o de Csordas et al.⁸⁴, composto por dois antígenos de *R. microplus* (RmLTI e BmCG) e um de antígeno de *Escherichia coli* antígeno (subunidade B, LTB). A imunização de bovinos RmLTI-BmCG-LTB proporcionou 55,6% de eficácia contra a infestação por *R. microplus*. Os resultados deste estudo indicam que a proteína quimérica é um potencial candidato para o futuro desenvolvimento de uma vacina mais eficaz contra *R. microplus*.

Além disso, durante o desenvolvimento de vacinas baseadas em antígenos peptídicos, a resposta imune deve ser direcionada para bloquear o ciclo de vida do parasita⁷³. Isso permitiria reduzir a população de parasitas no campo, onde o hospedeiro é sensível⁷⁴.

A vacinologia reversa é uma nova abordagem que utiliza a bioinformática para conceber vacinas racionalmente, começando com os dados do genoma ou do transcriptoma⁸⁷. Utilizando esta estratégia, foram desenvolvidas vacinas peptídicas que estimularam uma resposta imune contra o carrapato, demonstrando a validade desta abordagem⁸⁸. A comparação da expressão gênica em hospedeiros suscetíveis e resistentes a carrapatos sugere novos alvos putativos para o controle de infestações por carrapatos, principalmente genes envolvidos na resposta ao estresse durante a alimentação sanguínea⁸⁹.

Apesar de alguns antígenos vacinais, conforme citado anteriormente, terem sido publicadas e patenteadas ainda não se encontram em uso nos países produtores de bovinos. Além disso, é sabido que esta ferramenta deve ser utilizada dentro de um programa de controle técnico bem estabelecido ao longo dos anos, devido a resposta imune ser influenciada principalmente pelas condições nutricionais dos animais e pela

população de carrapatos devido seu efeito imunossupressor por meio da picada.

O sucesso da vacinação contra *R. microplus* requer vacinas de alta eficácia para promover o controle integrado dos carrapatos bovinos mitigando os efeitos ambientais relacionados com a resistência e as pressões da sensibilidade devido ao uso de raças mais sensíveis.

TRISTEZA PARASITÁRIA BOVINA

A TPB é uma doença causada por *Babesia* spp. e *Anaplasma marginale* (Figura 10) que está entre as doenças que mais acometem bovinos em regiões tropicais e subtropicais⁹⁰. O principal vetor da TPB é o carrapato *R. microplus*⁹¹.

Na América Latina, a babesiose bovina é causada por *Babesia bigemina* (Figura 11) e *Babesia bovis*⁹², que são protozoários intraeritrocitários. A raça do gado, parece desempenhar um papel importante na parasitemia, onde *Bos indicus* são mais resistentes que *Bos taurus*⁹³. *B. bovis* é a mais patogênica, pois pode causar sintomatologia nervosa em bovinos, enquanto a *B. bigemina* parece ser uma doença mais branda. Ambas são responsáveis por desenvolverem doença hemolítica caracterizada por anemia, febre, icterícia e hemoglobiúria⁹⁴.

Já *A. marginale* é uma bactéria gram-negativa pertencente à ordem *Rickettsiales*⁹⁶. Os sinais clínicos observados em bovinos infectados, consistem em piroxia, anemia hemolítica, taquicardia icterícia, dispneia, anorexia, fadiga, diarreia, perda de peso e aborto⁹⁶. Além da transmissão por carrapatos, *A. marginale* também pode ser transmitida mecanicamente por moscas sugadoras de sangue ou por fômites contaminados com sangue de bovinos infectados⁹⁷. Estima-se que as perdas econômicas causadas por doenças transmitidas por carrapatos no Brasil, chegue a 3,24 bilhões de dólares⁵.



Figura 10. Bezerro apresentando Tristeza Parasitária Bovina (A) Animal infestado com *R. microplus*, (B) com quadro de TPB, (C) miíase e (D) morto em consequência da enfermidade (Fonte: Museu do carrapato/Embrapa Gado de Corte).



Figura 11. Fotomicrografia de *Babesia bigemina* (setas). (Fonte: Martins et al.⁹⁵).

EPIDEMIOLOGIA

Para a TPB, três situações epidemiológicas estão intimamente relacionadas com a distribuição do vetor, a estabilidade enzoótica, instabilidade enzoótica e áreas livres. A estabilidade enzoótica (imunidade de rebanho), ocorre quando a taxa de transmissão do agente pelo carrapato vetor é suficiente para imunizar o rebanho suscetível, para isso é necessária uma taxa de inoculação superior a 0,005 ao longo do ano⁹⁸. Já a instabilidade enzoótica é resultante da diminuição das taxas de inoculação e conseqüentemente redução da imunidade no rebanho⁹⁹. A maior parte do Brasil encontra-se em estabilidade enzoótica para pelo menos um agente da TPB. Regiões onde o desenvolvimento do vetor é limitado, são consideradas áreas livres,

como ao norte do paralelo 32° N ou ao Sul do paralelo 32° S¹⁰⁰.

DIAGNÓSTICO

O diagnóstico da TPB pode ser realizado, por meio de esfregaços de sangue periférico corados com Giemsa ou alaranjado de acridina, no entanto a sensibilidade é baixa, uma vez que só é capaz de detectar o parasita em animais sintomáticos⁹¹.

Métodos moleculares são uma alternativa viável, já que possuem alta sensibilidade e especificidade, e são capazes de detectar pequenas quantidades de ácido desoxirribonucleico (DNA) do parasita¹⁰¹. Ferramentas como reação em cadeia da polimerase em tempo real (qPCR)¹⁰², e hibridização reversa (RLB)¹⁰³, entre outras, têm se mostrado importantes principalmente no estágio inicial da doença, quando o esfregaço de sangue não revela o patógeno e os testes sorológicos são negativos¹⁰⁴.

Testes sorológicos como ensaio imunoenzimático (ELISA) e reação de imunofluorescência indireta (RIFI) também podem ser usados no diagnóstico, mas possuem desvantagens, já que títulos elevados de anticorpos não comprovam a presença de infecção parasitária¹⁰⁵.

TRATAMENTO

No tratamento da babesiose bovina, geralmente são utilizados medicamentos como diminazen (Be-



renil) e imidocarb⁹¹. No entanto, esses medicamentos podem estar associados a resíduos na cadeia alimentar¹⁰⁶. Rodriguez e Trees¹⁰⁷ demonstraram experimentalmente que imidocarb pode induzir a resistência de *B. bovis*, o que poderia levar a cepas resistentes no campo.

O tratamento da anaplasmosse depende do uso de antibióticos e vacina viva. Geralmente são utilizados oxitetraciclina, enrofloxacina e imidocarb¹⁰⁸. Embora o uso de antibióticos seja eficaz na diminuição do número de bactérias, a eficácia na eliminação da infecção é variável¹⁰⁹. Estudos demonstraram a ineficiência desses antimicrobianos na eliminação de infecções persistentes¹⁰⁸.

O sucesso do tratamento irá depender principalmente do diagnóstico precoce e a utilização de medicamentos eficazes¹⁰⁹. Dependendo da gravidade, terapias de suporte podem ser necessárias como, transfusão de sangue, anti-inflamatórios, reposição de ferro, vitaminas do complexo B, e fluídos, além da remoção dos carrapatos¹⁰⁶.

MEDIDAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE

O controle da TPB pode ser realizado adotando associação de medidas como, manejo do carrapato, imunização e quimioprofilaxia⁹¹. A longo prazo a quimioprofilaxia não é viável, mas tem sido utilizada antes da exposição ao carrapato ou patógeno para proteger o rebanho. O imidocarb na dosagem de 3 mg/Kg fornece proteção contra babesiose por quatro semanas em animais portadores¹¹⁰.

Outra alternativa seria a vacinação com cepas atenuadas. Na Austrália, a vacinação é amplamente utilizada e pode proporcionar mais de 95% de proteção⁹¹. Em novilhos de três a nove meses de idade a vacina demonstrou ser segura, já animais mais velhos podem ser suscetíveis a cepa da vacina e desenvolverem doença grave⁹⁹.

Para anaplasmosse, ao longo dos anos foi realizado um esforço enorme para obter uma vacina que fosse capaz de prevenir a infecção, no entanto até agora nenhuma das opções de vacinação demonstrou tal eficácia. As diversidades antigênicas e genéticas encontradas em cepas de *A. marginale* acabam dificultando a busca por vacinas eficazes¹¹¹.

No Brasil, uma vacina trivalente contendo *A. centrale* e cepas atenuadas de *B. bovis* e *B. bigemina* foi testada em novilhas Holandesas para o controle da TPB, e se mostra adequada até que uma vacina mais eficiente esteja disponível¹¹². Vacinas semelhantes também são utilizadas em outros países^{91,113}.

A premunição (infecção/ tratamento) tradicional está baseada na inoculação de bovinos com sangue de animais portadores dos agentes da TPB¹¹⁴. A quantidade de hemoparasitas da TPB por mL de sangue não é padronizado e os parasitas apresentam sua virulência natural. É recomendado duas ou três inoculações, a primeira inoculação pode ocorrer dos três aos seis meses de idade, a segunda dos seis aos nove meses e a terceira entre os nove e os doze meses. Com isso a premunição pode desencadear infecção clínica que necessita tratamento¹¹⁵.

No entanto, este método pode facilitar a transmissão de outros hemoparasitas e atualmente, o conceito de premunição não é mais aceito¹⁰⁶, pois a persistência da parasitemia de baixo nível pode originar recrudescência em condições adversas e o gado atuar como fonte de infecção¹¹⁶.

O controle do vetor constitui uma excelente alternativa para controlar doenças transmitidas por carrapatos¹¹⁷. Sendo assim, o controle integrado em áreas de estabilidade enzoótica pode ser uma alternativa, assegurando o contato contínuo do gado com carrapatos¹⁰⁶ e permitindo a inoculação de pequenas quantidades do patógeno para que possa ocorrer a imunidade concomitante pela reinfecção continuada¹⁰⁰.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado internacional mostra a próxima década com um grande potencial de demanda na produção da cadeia produtiva de bovinos gerando a necessidade de maior produtividade e sustentabilidade colocando o investimento em genética como estratégico nesse processo.

O investimento em genética bovina para aumentar a produtividade, tem facilitado a migração para raças taurinas e seus cruzamentos, que por sua vez pode aumentar a sensibilidade do rebanho aos carrapatos e estabelecer dificuldades em seu controle.

O aumento da sensibilidade ao carrapato nesta migração é uma realidade que precisa ser equacionada do ponto de vista tecnológico, de políticas públicas e de formação de pessoal, gerando segurança para a sanidade do rebanho e no investimento na produção.

O carrapato afeta diretamente o desempenho econômico e produtivo dos diferentes sistemas de produção da pecuária no Brasil, independentemente do nível tecnológico e seu produto, mas os prejuízos serão maiores quanto maior for o investimento.

A adoção do controle estratégico beneficia diretamente o desempenho produtivo e econômico das propriedades em todos os sistemas, a resistência dos carrapatos aos acaricidas vem junto com o aumento do uso dos acaricidas e merece um monitoramento adequado por meio de um programa nacional associado a políticas públicas adequadas com relação à vigilância sanitária.

As demandas de sustentabilidade no mercado internacional pressionam por práticas de controle mais sustentáveis por meio de *compliance* e outras formas de controle gerando demandas de mercado para que a cadeia produtiva possa oferecer produtos seguros, livres de contaminantes e sem comprometimento ambiental.

REFERÊNCIAS

1. IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Censo Agropecuário: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.
2. ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. Beef Report 2023: O Perfil da Pecuária no Brasil. São Paulo: ABIEC, 2023. 109p.
3. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2020/21 a 2030/31, Projeções de Longo Prazo. Brasília: MAPA, 2021. 101p.
4. USDA - United States Department of Agriculture Economic Research Service, 2024.
5. GRISI, L. et al. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v.23, n.2, p.150-156, 2014.
6. CALVANO, M.P.C.A. et al. Bioeconomic simulation of *Rhipicephalus microplus* infestation in different beef cattle production systems in the Brazilian Cerrado. *Agricultural Systems*, v.194, 103247, 2021.
7. BARROS, J.C. et al. Impacto econômico do



carrapato-do-boi na pecuária em transformação no brasileiro economic impact of the cattle tick on Brazilian livestock in transformation. *Contemporary Journal*, v.4, n.1, p.3266-3287, 2024.

8. NAVA, S. et al. Ticks of the southern cone of América: diagnosis, distribution, and hosts with taxonomy, ecology and sanitary importance. 1ªed. Cambridge: Academic Press, 2017. 372p.

9. ONOFRIO, V.C. et al. Description of a new species of *Ixodes* (Acari: Ixodidae) and first report of *Ixodes lasallei* and *Ixodes bocatorensis* in Brazil. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v.11, n.4, p.101423, 2020.

10. MUÑOZ-LEAL, S. et al. A new species of soft tick from dry tropical forests of Brazilian Caatinga. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v.12, n.5, p.1-9, 2021.

11. NUÑES, et al. *Boophilus microplus*, la garrapata comun del ganado vacuno. 1ªed. Buenos Aires: Hemisfério Sur, 1982. 19p.

12. VERÍSSIMO, C.J. et al. Resistência e suscetibilidade de bovinos leiteiros mestiços ao carrapato *Boophilus microplus*. *Boletim Indústria Animal*, v.54, n.2, p.1-10, 1997.

13. JONSSON, N.N. et al. Molecular biology of amitraz resistance in cattle ticks of the genus *Rhipicephalus*. *Frontiers in Bioscience*, v.23, n.2, p.796-810, 2018.

14. ANDREOTTI, R. et al. Controle estratégico dos carrapatos nos bovinos. In: ANDREOTTI, R. et al. Carrapatos na Cadeia Produtiva de Bovinos. 1ªed. Brasília: Embrapa, 2019. p.123-133.

15. GUGLIELMONE, A. A. et al. Ticks (Ixodidae) on humans in South America. *Experimental and Applied*

Acarology, v.40, n.2, p.83-100, 2006.

16. RECK, J. et al. Does *Rhipicephalus microplus* tick infestation increase the risk for myiasis caused by *Cochliomyia hominivorax* in cattle? *Preventive Veterinary Medicine*, v.113, n.1, p.59-62, 2014.

17. ROCHA, U.R. Biologia e controle biológico do carrapato *Boophilus microplus* (Canestrini). *Boletim Técnico da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal*, n.3, p.1-32, 1984.

18. CRUZ, B.C. et al. Biological parameters for *Rhipicephalus microplus* in the field and laboratory and estimation of its annual number of generations in a tropical region. *Parasitology Research*, v.119, n.8, p.2421-2430. 2022.

19. RODRIGUES, V.S. Ecologia, sazonalidade e resistência a acaricidas de carrapatos em propriedades rurais do triângulo mineiro. 2022. 202f. Tese (Doutorado em Imunologia e Parasitologia Aplicadas), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

20. PEREIRA, C.M.; LABRUNA, M.B. *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*. In: PEREIRA, M.C. et al. *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*: Biologia, Controle e Resistência. 1ªed. São Paulo: MedVet, 2008. p.15-53.

21. GONZALES, J.C. et al. O ciclo parasitário do *Boophilus microplus* em bovinos estabulados. *Arquivos da Faculdade de Medicina Veterinária da UFRGS*, v.2, p.25-34, 1974.

22. GAUSS, C.L.B.; FURLONG, J. Comportamento de larvas infestantes de *Boophilus microplus* em pastagem de *Brachiaria decumbens*. *Ciência Rural*, v. 32, n.3, p.467-472. 2002.



23. ANDREOTTI, R. et al. Control of *Rhipicephalus microplus* tick larvae in the field based on distancing from the host - Lone tick system. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports* v.47, 100950, 2024.
24. GEORGE, J.E. et al. Acaricides for controlling ticks on cattle and the problem of acaricide resistance. In: BOWMAN, A.S.; NUTTALL, P.A. Ticks: Biology, Disease and Control. 1ªed. Cambridge: University Press, 2008. p.415-416.
25. BERTIN, F.R. et al. Arsenic toxicosis in cattle: meta-analysis of 156 cases. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v.27, n.4, p.977-981, 2013.
26. GEORGE, J.E. et al. Chemical control of ticks on cattle and the resistance of these parasites to acaricides. *Parasitology*, v.129, Supl., p.353-366, 2004.
27. CASTRO-JANER E. et al. Diagnoses of fipronil resistance in Brazilian cattle ticks (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*) using in vitro larval bioassays. *Veterinary Parasitology*, v.173, n.3-4, p.300-306, 2010.
28. FURLONG, J.; PRATA, J.R.S. Resistência dos Carrapatos aos Carrapaticidas. 1ª ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2000. 25p.
29. ROUSH, R.T. Occurrence, genetics and management of insecticide resistance. *Parasitology Today*, v.9, n.5, p.174-179, 1993.
30. FAO - Food and Agriculture Organization of The United Nations. Ticks: acaricide resistance: diagnosis, management and prevention. In: FAO. Guidelines Resistance Management and Integrated Parasite Control in Ruminants, Rome: FAO, 2004. p.25-77.
31. MENDES, M.C. et al. Resistance to cypermethrin, deltamethrin and chlorpyrifos in populations of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) from small farms of State of São Paulo, Brazil. *Veterinary Parasitology*, v.178, n.3-4, p.383-88, 2011.
32. SINDAN - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal. Compêndio de Produtos Veterinários SINDAN. 1ªed. São Paulo: MedVet, 2014. 12.227p.
33. FREITAS, D.R.J. et al. Caracterização da resistência para acaricidas no carrapato *Boophilus microplus*. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.33, n.2, p.109-117, 2005.
34. LI, X. et al. Molecular mechanisms of metabolic resistance to synthetic and natural xenobiotics. *Annual Review of Entomology*, v.52, p.231-253, 2007.
35. HEMINGWAY, J. et al. An overview of insecticide resistance. *Science*, v.298, n.5591, p.96-97, 2002.
36. PEREIRA, M.C. et al. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Biologia, Controle e Resistência). 1ªed. São Paulo: MedVet Livros, 2008. 169p.
37. MARTIN, T. et al. Oxidases responsible for resistance to pyrethroids sensitize *Helicoverpa armigera* (Hubner) to triazophos in West Africa. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, v.33, n.9, p.883-887, 2003.
38. LOVIS, L. et al. Distribution patterns of three sodium channel mutations associated with pyrethroid resistance in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* populations from North and South America, South Africa and Australia. *International Journal of Parasitology*, v.2, p.216-224, 2012.
39. FUKUTO, T.R. Mechanism of action of organophosphorus and carbamate insecticides. *Environmental Health Perspectives*, v.87, p.245-254, 1990.



40. RAMÍREZ, J.; LACASA, M. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, v.4, n.2, p.67-75, 2001.
41. ABDULLAHI, U.S. Acute organophosphorus compound poisoning in cattle: a case report. *Nigerian Veterinary Journal*, v.25, n.1, p.49-52, 2004.
42. ABBAS, R.Z. et al. Acaricide resistance in cattle ticks and approaches to its management: the state of play. *Veterinary Parasitology*, v.203, n.1-2, p.6-20, 2014.
43. TEMEYER, K.B. et al. Acetylcholinesterase of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* and *Phlebotomus papatasi*: gene identification, expression, and biochemical properties of recombinant proteins. *Pesticide Biochemistry Physiology*, v.106, n.3, p.118-123, 2013.
44. EVANS, P.D.; MAQUEIRA, B. Insect octopamine receptors: a new classification scheme based on studies of cloned *Drosophila* G-protein coupled receptors. *Invertebrate Neuroscience*, v.5, n.3-4, p.111-118, 2005.
45. CHEN, A.C. et al. Mutations in a putative octopamine receptor gene in amitraz-resistant cattle ticks. *Veterinary Parasitology*, v.148, n.3-4, p.379-383, 2007.
46. CORLEY, S.W. et al. Mutation in the Rm AOR gene is associated with amitraz resistance in the cattle tick *Rhipicephalus microplus*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, v.110, n.42, p.16772-16777, 2013.
47. LI, A.Y. et al. Resistance to coumaphos and diazinon in *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) and evidence for the involvement of an oxidative detoxification mechanism. *Journal of Medical Entomology*, v.40, n.4, p.482-490, 2003.
48. SODERLUND, D.M.; BLOOMQUIST, J.R. Molecular mechanisms of insecticide resistance. In: TABASHNIK, B.E.; ROUSH, B.E. *Pesticide Resistance in Arthropods*. 1ªed. New York: Chapman & Hall, Inc. 1990. p.58-96.
49. HAYES, W.J. *Pesticides Studied in Man*. 1ªed. Londres: Willianms and Wilkins, 1982. p.75.
50. WAKELING, E.N. et al. Pyrethroids and their effects on ion channels. In: SOUNDARARAJAN, R.P. *Pesticides - Advances in Chemical and Botanical Pesticides*. Londres: IntechOpen, 2012. p.39-66.
51. HE, H. et al. Sequence analysis of the knockdown resistance-homologous regions of the para-type sodium channel gene from pyrethroid-resistance *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae). *Journal of Medical Entomology*, v.36, n.5, p.539-543, 1999.
52. STONE, et al. Multiple mutations in the para-sodium channel gene are associated with pyrethroid resistance in *Rhipicephalus microplus* from the United States and Mexico. *Parasite and Vectors*, v.7, a.456, p.1-14, 2014.
53. DOMINGUES, L.N. et al. Survey of pyrethroid and organophosphate resistance in Brazilian field populations of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: detection of C190A mutation in domain II of the para-type sodium channel gene. *Veterinary Parasitology*, v.189, n.2-4, p.327-32. 2012.
54. KIM, S.B.; GOODFELLOW, M. *Streptomyces avermetilis* sp. nov., nom. rev., a taxonomic home for the avermectin-producing streptomycetes. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, v.52, n.6, p.2011-2014, 2002.
55. WOLSTENHOLME, A.J. Glutamate-gated chlo-



ride channels. *The Journal of Biological Chemistry*, v. 287, n.48, p.40232-40238, 2012.

56. BLOOMQUIST, J.R. Toxicology, mode of action and target site-mediated resistance to insecticides acting on chloride channels. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v.106, n.2, p.301-314, 1993.

57. SINDAN, 2018. <https://sindan.org.br/>

58. CHANDLER, G.T. et al. Fipronil effects on estuarine copepod (*Amphiascus tenuiremis*) development, fertility, and reproduction: a rapid life-cycle assay in 96-well microplate format. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v.23, n.1, p.117-124, 2004.

59. TANNER, P.A. et al. Advances in the treatment of heartworm, fleas and ticks. *Canine Practice*, v.22, n.2-3, p.40-47, 1997.

60. JANER, E.C. et al. Mutations in *Rhipicephalus microplus* GABA gated chloride channel gene associated with fipronil resistance. *Ticks and Tick Borne Disease*, v.10, n.4, p.761-765, 2019.

61. CRUZ, B.C. et al. Effects of fluazuron (2.5 mg/kg) and a combination of fluazuron (3.0 mg/kg) + abamectin (0.5 mg/kg) on the reproductive parameters of a field population of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* on experimentally infested cattle. *Research in Veterinary Science*, v.97, n.1, p.80-84, 2014.

62. WILLIAMS, H. et al. Fluralaner, a novel isoxiazoline, prevents flea (*Ctenocephalides felis*) reproduction in vitro and in a simulated home environment. *Parasites and Vectors*, v.7, a.275, p.1-6, 2014.

63. ROHDICH, N. et al. A randomized, blinded, controlled and multi-centered field study comparing the

efficacy and safety of Bravecto (fluralaner) against Frontline (fipronil) in flea and tick-infested dogs. *Parasites and Vectors*, v.7, a.83, p.1-8, 2014.

64. DA COSTA, A.J. et al. First report of the efficacy of a fluralaner-based pour-on product (Exzolt® 5%) against ectoparasites infesting cattle in Brazil. *Parasites and Vectors*, v.16, n.1, a.336, p.1-20, 2023.

65. DRUMMOND, R.E.A. et al. *Boophilus annulatus* and *B. microplus*: laboratory Tests of Insecticides. *Journal of Economic Entomology*, v.66, n.1, p.130-133, 1973.

66. SHAW, R.D. Culture of an organophosphorus-resistant strain of *Boophilus microplus* (Can.) and an assessment of its resistance spectrum. *Bulletin Entomology Research*, v.56, n.3, p.389-405, 1966.

67. KLAFKE, G.M. et al. Larval immersion tests with ivermectin in populations of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) from state of Sao Paulo, Brazil. *Veterinary Parasitology*, v.142, n.3-4, p.386-390, 2006.

68. HIGA, L.O.S. et al. Evaluation of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) resistance to different acaricide formulations using samples from Brazilian properties. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v.25, n.2, p.163-171, 2016.

69. RODRIGUEZ-VIVAS, R.I. et al. Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. *Ecosistemas e Recursos Agropecuarios*, v.1, n.3, p.295-308, 2014.

70. ANDREOTTI, R. et al. Proposta de controle de carrapatos para o Brasil Central em sistemas de produção de bovinos associados ao manejo nutricional no campo. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2016. 34p.



71. CALVANO, M.P.C.A. et al. Economic efficiency of *Rhipicephalus microplus* control and effect on beef cattle performance in the Brazilian Cerrado. *Experimental and Applied Acarology*, v.79, n.3-4, p.459-471, 2019.
72. BONATTE JR, P.B. et al. Economic performance evaluation of Brangus and Nellore cattle breed naturally infested with *Rhipicephalus microplus* in an extensive production system in Central-West Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, v.78, n.4, p.565-577, 2019.
73. ANDREOTTI, R. et al. Advances in tick vaccinology in Brazil: from gene expression to immunoprotection. *Frontiers in Bioscience-Scholar*, v.10, n.1, p.127-142, 2018.
74. ALVES, S.B. Controle Microbiano de Insetos. 2ªed. Piracicaba: Fealq, 1998. 1163p.
75. FERNANDES, E.K.K.; BITTENCOURT, V.R.E.P. Entomopathogenic fungi against South American tick species. *Experimental and Applied Acarology*, v.46, n.1-4, p.71-93, 2008.
76. WANZALA, W; OGOMA, S.B. Chemical composition and mosquito repellency of essential oil of *Tagetes minuta* from the southern slopes of mount elgonin western kenya. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, v.16, n.2, p.216-232, 2013.
77. CARVALHO, A.C.B. et al. Aspectos da legislação no controle dos medicamentos fitoterápicos. *T&C Amazônia*, v.5, n.11, p.26-32, 2007.
78. MULLA, M.S.; SU, T. Activity and biological effects of nim products against arthropods of medical and veterinary importance. *Journal of American Mosquito Control Association*, v.15, n.2, p.133-152, 1999.
79. BARROS, J.C. et al. Óleo essencial de *Tagetes minuta* como fitoterápico no controle dos carrapatos. In: ANDREOTTI, R. et al. Carrapatos na Cadeia Produtiva de Bovinos. 1ªed. Brasília: Embrapa, 2019. p.169-180.
80. VIEGAS JUNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. *Química Nova*, v.26, n.3, p.390-400, 2003.
81. GARCIA, M.V. et al. Chemical identification of *Tagetes minuta* Linnaeus (Asteraceae) essential oil and its acaricidal effect on ticks. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v.21, n.4, p.405-411, 2012.
82. ANDREOTTI, R. et al. Protective action of *Tagetes minuta* (Asteraceae) essential oil in the control of *Rhipicephalus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) in a cattle pen trial. *Veterinary Parasitology*, v.197, n.1-2, p.341-345, 2013.
83. HIGA, L.O.S. et al. Effect of nootkatone on the *in vitro* mortality of the ticks *Rhipicephalus microplus* and *Amblyomma sculptum* (Acari: Ixodidae). *International Journal of Acarology*, v.49, n.2, p.147-153, 2023.
84. CSORDAS, B.G. et al. Molecular characterization of the recombinant protein RmLTI-BmCG-LTB: Protective immunity against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *PloS One*, v.13, n.2, p.e0191596, 2018.
85. ANDREOTTI, R. et al. Cattle tick infestation in Brangus cattle raised with Nellore in central Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, v.39, n.3, p.1099-1113, 2018.
86. WILLADSEN, P. et al. Immunologic control of a parasitic arthropod. Identification of a protective antigen from *Boophilus microplus*. *Journal of Immunology*, v.143, n.4, p.1346-1351, 1989.
87. RAPPUOLI, R. Reverse vaccinology. *Current Opin-*



ion in *Microbiology*, v.3, n.5, p.445-450, 2000.

88. RODRÍGUEZ MALLÓN, A. et al. Functional and mass spectrometric evaluation of an anti-tick antigen based on the P0 peptide conjugated to Bm86 protein. *Pathogens*, v.9, n.6, p.513, 2020.

89. GIACHETTO, P.F. et al. Gene expression in the salivary gland of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* fed on tick-susceptible and tick-resistant hosts. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, v.9, a.477, p.1-15, 2020.

90. CHAUVIN, A. et al. Babesia and its hosts: adaptation to long-lasting interactions as a way to achieve efficient transmission. *Veterinary Research*, v.40, n.2, p.1-18, 2009.

91. BOCK, R. et al. Babesiosis of cattle. *Parasitology*, v.129, n.1, p.247-269, 2004.

92. VIDOTTO, O. et al. Frequência de anticorpos contra *Babesia bigemina*, *B. bovis* e *Anaplasma marginale* em rebanhos leiteiros da região de Londrina, Paraná. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.49, n.5, p.655-659, 1997.

93. BOCK, R.E. et al. Effect of breed of cattle on transmission rate and innate resistance to infection with *Babesia bovis* and *B. bigemina* transmitted by *Boophilus microplus*. *Australian Veterinary Journal*, v.77, n.7, p.461-464, 1999.

94. BARROS, C.S.L. et al. Doenças do Sistema Nervoso de Bovinos no Brasil. 1ªed. Montes Claros: Agnes, 2006. p.87-95.

95. MARTINS, K.R. et al. Seasonal fluctuations of *Babesia bigemina* and *Rhipicephalus microplus* in Brangus and Nellore cattle reared in the Cerrado biome, Brazil.

Parasites Vectors, v.15, a.395, p.1-9, 2022.

96. RISTIC, M. Anaplasmosis. In: Diseases of Cattle in the Tropics: Economic and Zoonotic Relevance. 1ª ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 1981. p.327-344.

97. DREHER, U.M. et al. Seroprevalence of anaplasmosis among cattle in Switzerland in 1998 and 2003: no evidence of an emerging disease. *Veterinary Microbiology*, v.107, n.1-2, p.71-79, 2005.

98. SMITH, R.D. et al. Babesiosis (*Babesia bovis*) stability in unstable environments. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v.916, n.1, p.510-520, 2000.

99. SUAREZ, C.E.; NOH, S. Emerging perspectives in the research of bovine babesiosis and anaplasmosis. *Veterinary Parasitology*, v.180, n.1-2, p.109-125, 2011.

100. SANTOS, L.R. et al. Tristeza Parasitária Bovina - Medidas de controle atuais. In: ANDREOTTI, R. et al. Carrapatos na Cadeia Produtiva de Bovinos. 1ªed. Brasília: Embrapa, 2019. p.87-99.

101. CRIADO-FORNELIO, A. A review of nucleic acid-based diagnostic tests for Babesia and Theileria, with emphasis on bovine piroplasms. *Parasitology*, v.49, n.1, p.39-44, 2007.

102. PICOLOTO, G. et al. Real time polymerase chain reaction to diagnose *Anaplasma marginale* in cattle and deer (*Ozotoceros bezoarticus leucogaster*) of the Brazilian Pantanal. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v.19, n.3, p.186-188, 2010.

103. OURA, C.A.L. et al. Application of a reverse line blot assay to the study of haemoparasites in cattle in Uganda. *International Journal for Parasitology*, v.34, n.5, p.603-613, 2004.



104. KIM, C. et al. Development of TaqMan-based real-time PCR assays for diagnostic detection of *Babesia bovis* and *Babesia bigemina*. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v.77, n.5, p.837-841, 2007.
105. HOLMAN, P.J. et al. Comparative infectivity of *Babesia divergens* and a zoonotic *Babesia divergens*-like parasite in cattle. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v.73, n.5, p.865-870, 2005.
106. ZINTL, A. et al. *Babesia divergens*, a bovine blood parasite of veterinary and zoonotic importance. *Clinical Microbiology Reviews*, v.16, n.4, p.622-636, 2003.
107. RODRIGUEZ, R.I.; TREES, A.J. In vitro responsiveness of *Babesia bovis* to imidocarb dipropionate and the selection of a drug-adapted line. *Veterinary Parasitology*, v.62, n.1-2, p.35-41, 1996.
108. COETZEE, J.F.; APLEY, M.D. Efficacy of enrofloxacin against severe experimental *Anaplasma marginale* infections in splenectomized calves. *Veterinary Therapeutics*, v.7, n.3, p.319, 2006.
109. REINBOLD, J.B. et al. Detection of *Anaplasma marginale* and *A. phagocytophilum* in bovine peripheral blood samples by duplex real-time reverse transcriptase PCR assay. *Journal of Clinical Microbiology*, v.48, n.7, p.2424-2432, 2010.
110. WODAJE, A. et al. A review on bovine babesiosis. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, v.6, n.1, p.63-70, 2019.
111. DE LA FUENTE, J. et al. Molecular phylogeny and biogeography of North American isolates of *Anaplasma marginale* (Rickettsiaceae: Ehrlichieae). *Veterinary Parasitology*, v.97, n.1, p.65-76, 2001.
112. VIDOTTO, O. et al. Evaluation of a frozen trivalent attenuated vaccine against babesiosis and anaplasmosis in Brazil. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v.849, n.1, p.420-423, 1998.
113. MIRABALLES, C. et al. Efficacy of frozen and refrigerated vaccines against bovine tick fever. *Veterinaria*, v.54, n.209, p.10-17, 2018.
114. KESSLER, R.H. et al. Tristeza parasitária dos bovinos: quando vacinar é preciso. 1ªed. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2002. 27p.
115. SACCO, A.M.S. Profilaxia da Tristeza Parasitária Bovina: Por quê, quando e como fazer. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2002. 12p.
116. PURNELL, R.E. et al. Quinuronium sulphate for the treatment of *Babesia divergens* infections of splenectomised calves. *The Veterinary Record*, v.108, n.25, p.538-539, 1981.
117. KOCAN, K.M. Targeting ticks for control of selected hemoparasitic diseases of cattle. *Veterinary Parasitology*, v.57, n.1-3, p.121-151, 1995.



Controle Integrado de Parasitas Zoetis

Soluções completas para um rebanho saudável e produtivo.

Carrapatos são mais do que um incômodo – comprometem a saúde e a produtividade do seu rebanho. A Zoetis apresenta um pacote de soluções inovadoras e complementares: Treo Ace, Dectomax, Onyx, Cydectin e TackZuron.



Eficácia comprovada contra parasitas e carrapatos.



Abordagem integrada, adaptável a diferentes necessidades do manejo.



Segurança e confiabilidade de quem é líder em saúde animal.



Impacto direto na produtividade: Reduza perdas e aumente a proteção do seu rebanho.



Escaneie o QR Code ou acesse o nosso site e saiba mais.



zoetis