



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**



**CONTROLE ESTRATÉGICO DE *Rhipicephalus microplus*
EM DUAS ESTAÇÕES**

GUILHERME HENRIQUE RECKZIEGEL

**Campo Grande – MS
2022**

GUILHERME HENRIQUE RECKZIEGEL

**CONTROLE ESTRATÉGICO DE *Rhipicephalus microplus*
EM DUAS ESTAÇÕES**

STRATEGIC CONTROL OF *Rhipicephalus microplus* IN TWO SEASONS

GUILHERME HENRIQUE RECKZIEGEL

Orientador: Fernando de Almeida Borges

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Campo Grande – MS

2022



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

**CERTIFICADO**

Certificamos que a proposta intitulada “Controle estratégico de rhipicephalus microplus em duas estações”, registrada com o nº 1.143/2020, sob a responsabilidade de FERNANDO DE ALMEIDA BORGES - que envolve a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata, para fins de pesquisa científica – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS/CEUA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL/UFMS, na 6ª reunião ordinária do dia 20/08/2020.

FINALIDADE	() Ensino	(x) Pesquisa Científica
Vigência da autorização	23/09/2020 a 23/09/2021	
Espécie/Linhagem/Raça	<i>Bos indicus/Neilore angus</i>	
Nº de animais	36	
Peso/Idade	200 kg / 8 meses	
Sexo	Fêmeas	
Origem	Fazenda Arancuã	

Fábio José Carvalho Faria

Coordenador da CEUA/UFMS

Campo Grande, 27 de agosto de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Fábio Jose Carvalho Faria, Presidente de Comissão**, em 28/08/2020, às 09:34, conforme



horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2120272** e o código CRC **ECF8F9AA**.

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária
Fone:
CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

DEDICO

Aos meus pais, Arsenio e Lourdes,
e meus irmãos, Edvandro e Thaís.
Sem vocês nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, ou qualquer que for a força maior rege esse Universo, por ter me permitido concluir essa etapa importante da minha jornada acadêmica.

Ao meu orientador, Profº Drº Fernando de Almeida Borges, que desde o início da residência me incentivou a continuar inserido no meio acadêmico e sempre acreditou no meu potencial.

Aos membros da banca, por terem aceitado o convite em contribuir com a avaliação e melhoria desse trabalho.

Aos meus pais, Arsenio Reckziegel e Lourdes Maria Reckziegel, que me apoiaram, auxiliaram e incentivaram desde o início do mestrado, sem vocês não teria sido possível.

Aos meus irmãos, Edvandro Carlos Reckziegel e Thaís Karolyne Reckziegel, que foi de grande importância o apoio e o incentivo, as vezes nem tão delicado, principalmente nessa fase de reta final.

Às minhas amigas, Juliane Francielle Tutija, Mariana Green de Freitas e Amanda Alice Lapa Santos, que me auxiliaram em todas as etapas da realização desse projeto, principalmente na realização do projeto de campo, e hoje em dia são amigas que quero manter por toda minha vida.

À toda equipe Ladpar, que colaborou para a realização dessa pesquisa, principalmente ao Dyego Gonçalves Lino Borges, praticamente um segundo orientador que tive desde o início do mestrado.

Aos meus colegas de trabalho e amigos pessoais, Tamyres Izarely Barbosa da Silva e Flavio Roberto Chaves da Silva, que foram de extrema importância na fase de redação dessa dissertação, sempre me estimulando a finalizar essa etapa.

Ao Lohan Lopes, por entender os vários momentos precisei estar distante para poder redigir e finalizar a dissertação, e por todo o apoio e incentivo, principalmente nos últimos meses.

À todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização e finalização desse trabalho tão importante.

À MSD e a Capes por todo apoio financeiro à essa pesquisa.

RESUMO

RECKZIEGEL, G. H. Controle estratégico de *Rhipicephalus microplus* em duas estações. 2022. MESTRADO – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2022.

O protocolo de controle estratégico do carrapato do boi, recomendado para a região do cerrado semi-úmido brasileiro, consiste em tratamentos a partir do início da estação chuvosa, considerando quatro picos de infestação de carrapatos ao longo do ano. Porém, em algumas situações, como a ocorrência de invernos com temperaturas mais elevadas, é possível um quinto pico nos meses de inverno. Por esse motivo, foi elaborado um protocolo de controle estratégico com tratamentos em duas estações, com objetivo de controlar não somente os carrapatos das gerações que ocorrem na primavera/verão, mas também as do outono/inverno. O estudo foi realizado em Ribas do Rio Pardo, MS, do início do período chuvoso (novembro) de 2020 a outubro de 2021. Foram utilizadas 36 bezerras Nelore x Angus, distribuídas por meio de um delineamento em blocos casualizados, com base no peso e média de carrapatos no dzero, em três grupos: i) Controle negativo; ii) Controle estratégico tradicional de uma estação (início da estação chuvosa); e iii) controle estratégico de duas estações (início e término da estação chuvosa). Os dois grupos de controle estratégico foram tratados no D0 (outubro/2020), e mais duas vezes a cada 42 dias e o grupo de controle estratégico em duas estações recebeu mais três tratamentos a cada 42 dias a partir do D182 (maio/2021). Todos os tratamentos foram realizados com fluralaner 5% via pour-on na dose dosagem de 1mL/20kg PV. Cada grupo foi mantido em piquetes exclusivos. Foram realizadas contagens das partenóginas (4,5 a 8mm) no lado esquerdo dos animais no D3 e a cada 14 dias, quando os animais também eram pesados. Fluralaner apresentou eficácia média superior a 95% até o D294, com exceção do D40 (94,2%), quando houve brusca redução na média de carrapatos no grupo controle. Os dois grupos tratados apresentaram diminuição ($p<0,05$) na média de carrapatos já no terceiro dia após o primeiro tratamento. No grupo de controle estratégico em duas estações, as médias foram próximas ou iguais a zero durante todo o estudo, enquanto no grupo de uma estação as médias não diferiram ($p>0,05$) às do grupo controle partir do D231. O ganho de peso médio final de cada grupo foi de 115,38kg, 98,63kg e 76,40kg para os grupos duas estações, uma estação e controle, respectivamente, diferindo ($p<0,05$) entre si. Portanto, três aplicações de fluralaner a cada 42 dias a partir do início da estação chuvosa resultou em controle eficaz do carrapato por 224 dias, e, quando realizados mais três tratamentos a cada 42 dias no outono/inverno, as contagens de carrapatos ficaram reduzidas por todo o ano. Assim sendo, nos anos com condições climáticas que permitam a ocorrência de picos no outono/inverno, recomenda-se um segundo protocolo de tratamentos nesse período.

Palavras-chave: bovinocultura; carrapato do boi; cerrado brasileiro; sazonalidade

ABSTRACT

RECKZIEGEL, G. H. Strategic control of *Rhipicephalus microplus* in two seasons. 2022. MESTRADO – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2022.

The strategic control protocols for *Rhipicephalus microplus* on cattle recommended for the semi-humid Brazilian cerrado region consists of treatments at the beginning of the rainy season, considering the occurrence of four peaks of tick infestation throughout the year. However, in some circumstances, such as the occurrence of winters with higher temperatures, a fifth peak is possible in the winter months. For this reason, a strategic control protocol was developed with treatments in two seasons, to also control the generations that occur in spring/summer, such as autumn/winter. The study was carried out in Ribas do Rio Pardo, MS, from the beginning of the rainy season in 2020 (November) until October 2021. 36 Nellore x Angus heifers were distributed using a randomized block design, based on weight and average ticks at dzero, into three groups: i) Negative control; ii) One-season strategic control (beginning of the rainy season); and iii) Two-season strategic control (beginning and end of the rainy season). The two strategic control groups were treated on D0 (October/2020), and twice more every 42 days. The two-season strategic control group received three additional treatments every 42 days from D182 (May/2021) . All treatments were performed with 5% fluralaner via pour-on at a dosage of 1mL/20kg BW. Each group was kept in exclusive paddocks. Semi-engorged female tick counts (4.5 to 8 mm) were performed on the left side of the animals on D3 and every 14 days, when the animals were also weighted. Fluralaner showed efficacy above 95% until D294, with the exception of D40 (94.2%), when there was a sudden reduction in the average number of ticks in control group. The two treated groups showed a decrease ($p<0.05$) in the mean number of ticks from the third day after the first treatment. In the two-season strategic control group, the means were close to or equal to zero throughout the study, while in the one-station group the means did not differ ($p>0.05$) from the control group from D231 onwards. The final average weight gain of each group was 115.38kg, 98.63kg and 76.40kg for the two-season, one-season and control groups, respectively, differing ($p<0.05$) from each other. Therefore, three applications starting 42 days from the start of the rainy season resulted in effective control for 222 days, and, when performed three more treatments every 42 days in autumn/winter, tick counts were reduced throughout the year. Thus, in years with climatic conditions being predicted period of occurrence of peaks in autumn/winter, a second treatment is recommended in this period.

Keywords: Brazilian cerrado; cattle breeding; cattle tick; seasonality.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I:

- Figura 1. Distribuição mundial de *Rhipicephalus* spp. no ano de 2014. (NICARETTA, 2018)..... 15

Capítulo II:

- Figura 1. Médias e erro padrão da média de carrapatos em cada dia de contagem nos animais do grupo controle. A linha pontilhada representa o limiar da maior média (10,33 carrapatos) que não diferiu da menor média do grupo controle (D266, 04/08/2021, média 3,17). As contagens acima dessa linha, foram consideradas picos de infestação..... 37
- Figura 2. Média e erro padrão da média de carrapatos para cada dia de contagem nos animais dos 3 grupos experimentais. As setas pretas indicam os tratamentos nos animais dos dois grupos de tratamento e as setas vermelhas indicam tratamento apenas dos animais do grupo CE2E..... 38
- Figura 3. Gráfico de volume acumulado de pluviosidade (mm) no intervalo que antecede cada contagem e a média da contagem de carrapatos para o grupo controle e gráfico de URA média para o período que antecede cada contagem e a média da contagem de carrapatos para o grupo controle..... 40
- Figura 4. Valores médios de temperatura mínima, média e máxima para cada intervalo que antecede os dias de contagem de carrapatos e média da contagem de carrapatos do grupo controle. Seta vermelha indica períodos com ocorrência de geada..... 41
- Figura 6. GPM dos grupos CE2E, CE1E e controle, avaliados entre D28 e D322..... 43
- Figura 7. Boxplot, com quartil (1°, 2°, 3° e 4°) e mediana, ganho médio diário final de novilhas Nelore x Angus submetidos a dois protocolos de controle de carrapatos com fluralaner e do grupo controle. *Letras diferentes significam diferença estatística pelo teste de comparações múltiplas de Tukey..... 44

LISTA DE TABELAS

Capítulo II:

Tabela 1. Média e erro padrão da contagem de carrapatos para cada dia experimental e eficácia média do Fluralaner 5%.....	38
Tabela 2. Correlação de Pearson para variáveis climáticas e a média da contagem de carrapatos no grupo controle.....	42
Tabela 3. GPM dos grupos CE2E, CE1E e controle, avaliados entre D-2 e D322.....	43

SUMÁRIO

CAPITULO I

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Objetivo geral.....	13
2.2. Objetivos específicos.....	13
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1. <i>Rhipicephalus microplus</i>	14
3.2. Ciclo biológico de <i>R. microplus</i>	16
3.3. Dinâmica populacional em regiões de clima tropical semi-úmido.....	17
3.4. Resistência aos acaricidas.....	19
3.5. Isoxazolinás.....	20
3.6. Controle estratégico.....	21
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

CAPITULO II

5. EFICÁCIA DO FLURALANER EM DIFERENTES PROTOCOLOS DE CONTROLE ESTRATÉGICOS CONTRA INFESTAÇÕES DE <i>Rhipicephalus microplus</i> EM BOVINOS BRANGUS DE UMA ÁREA TROPICAL.....	28
---	----

CAPITULO III

6. CONCLUSÃO.....	53
7. IMPACTO ECONÔMICO, SOCIAL, TECNOLÓGICO E/OU INOVAÇÃO.....	54

1. INTRODUÇÃO

A infestação por carrapatos está entre os principais impactos econômicos na bovinocultura, tanto de corte como de leite, sendo *Rhipicephalus* spp. o principal ectoparasito de bovinos (CASTRO, 1997; LEÓN et al., 2014; HÜE et al., 2021). A espécie *R. microplus* é a que tem maior ocorrência em regiões de clima tropical e subtropical em todo o mundo (RECK et al., 2014; CRUZ, 2017). As perdas econômicas de forma direta, como diminuição no ganho de peso e queda na produção de leite, geram um impacto estimado em US\$ 3,24 bilhões (GRISI et al, 2014) sem levar em conta os gastos com acaricidas e manejos que são necessários para o controle da infestação, e também com despesas que ocorrem devido a transmissão de outras enfermidades que podem ser transmitidas pelos carrapatos.

A principal forma de controle realizada a campo é com o emprego de fármacos acaricidas, entretanto, devido ao uso intenso é crescente o número de relatos de resistência aos fármacos comercializados, sendo relatadas cepas com resistência múltipla (RECK et al., 2014; KLAFKE et al., 2017; MASSENA, 2018; VALSONI et al., 2020), tornando cada vez mais necessárias novas moléculas associadas a medidas de controle que auxiliem na diminuição da frequência desses relatos de resistência.

O fluralaner, uma molécula pertencente ao grupo farmacêutico das isoxazolininas, amplamente utilizado para o controle de ácaros e insetos em animais de companhia, possui longo período de ação, rápida absorção e amplo espectro (ZHOU et al., 2022), sendo uma nova alternativa para o controle de *Rhipicephalus* spp. em bovinos.

Em países com características climáticas de verões chuvosos e invernos secos, é relatada a existência de três ou quatro gerações de carrapatos por ano (FURLONG, 2005; CRUZ, 2017; MOREL et al., 2017). É considerada como primeira geração o pico de infestação o que ocorre logo após o inverno (EVANS, 1992) com o início do aumento das temperaturas e aumento dos índices pluviais, no início da primavera. Os meses mais quentes e úmidos do verão, permitem que um ou dois picos ocorram de forma rápida, com isso advém um aumento no número de

indivíduos, levando à ocorrência de mais um pico de infestação durante o outono, período mais favorável ao *R. microplus*, que apresenta temperaturas mais amenas, evitando o ressecamento de ovos e larvas na fase não parasitária (FURLONG et al., 2003; FURLONG, 2005; NAVA et al., 2013; CRUZ, 2017).

A partir dessa dinâmica populacional anual, foram desenvolvidos protocolos de controle estratégico com objetivo de atuar sobre o primeiro pico de infestação, levando ao achatamento da curva de infestação no período de verão e outono, que são mais favoráveis ao *R. microplus* (FURLONG et al, 2003; ANDREOTTI et al., 2016).

Na região do cerrado semi-úmido brasileiro foram desenvolvidas e são indicadas medidas de controle estratégico, baseadas na realização de tratamentos a partir do início da estação chuvosa (setembro) até o final da primavera (dezembro), com o objetivo de reduzir o primeiro pico de infestação após o inverno. Além da diminuição nas taxas de infestação, essas medidas de controle, objetivam reduzir o número de tratamentos e por tanto, desacelerar o processo de desenvolvimento de resistência as drogas disponíveis no mercado, uma vez que os animais permanecem um longo período do ano sem necessitarem de tratamento (ANDREOTTI et al., 2016; NAVA et al., 2019).

Estudos recentes, evidenciam que devido aumento das temperaturas médias durante o período de inverno, possa estar ocorrendo um quinto pico de infestação durante a estação mais fria (NICARETTA et al., 2021; CRUZ et al., 2020). A partir dessa evidência o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um novo protocolo de controle estratégico, com tratamentos em duas estações do ano (inverno-primavera e verão-outono).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Sugerir um novo protocolo de controle estratégico de carrapatos em bovinos para regiões de clima tropical com estação seca, com tratamentos concentrados em duas épocas do ano: final do inverno/início da primavera e final do outono/início do inverno

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar um novo protocolo de controle estratégico de forma comparativa ao protocolo de controle estratégico tradicional (final do inverno/início da primavera).
- Avaliar a eficácia do fluralaner no controle de *Rhipicephalus microplus*.
- Avaliar o efeito dos protocolos de tratamento sobre o número de carrapatos na fase de parasitismo.
- Avaliar o efeito dos protocolos de tratamento sobre o ganho de peso dos animais.
- Avaliar a sazonalidade da infestação por carrapatos nos animais e correlacionar com fatores climáticos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. *Rhipicephalus microplus*

São descritas, aproximadamente, 896 espécies de carrapatos, sendo todas agrupadas na subordem Ixodida (Metastigmata), distribuídas em três famílias: Ixodidae, Argasidae, Nuttalliellidae (NAVA et al, 2017). Os carrapatos pertencentes à família Ixodidae são popularmente conhecidos como carrapatos duros, por apresentarem um escudo quitinoso que recobre total ou parcialmente o corpo dos adultos (BLAGBURN E DRYDEN, 2009). Compreendem gêneros reconhecidos para a família Ixodidae encontrados na Região Neotropical, na qual está inserido o Brasil, *Amblyomma Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Ixodes*, e *Rhipicephalus*. Entre esses gêneros, são descritas aproximadamente 117 espécies, sendo que o gênero *Rhipicephalus* é representado, no Brasil, por duas espécies: *Rhipicephalus microplus* e *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato (BLAGBURN e DRYDEN, 2009; GUGLIELMONE et al., 2010; MARTINS et al., 2014)

Rhipicephalus microplus denominado inicialmente como *Haemophysalis micropla* (CANESTRINI, 1888), é originário do continente asiático, mais precisamente da Índia e Ilha de Java, sendo posteriormente distribuído por todas regiões tropicais e subtropicais. Atualmente o carrapato *R. microplus* encontra-se distribuído em todo o território nacional, sendo o principal ectoparasito dos bovinos, causando grande impacto econômico na bovinocultura (PEREIRA et al., 2008; GRISI et al., 2014; ALI et al., 2016).

Labruna et al. (2009), por meio de estudos de morfologia e análises filogenéticas, sugeriram a reclassificação de *R. microplus* em duas espécies distintas. Os carrapatos da Austrália, Indonésia, Nova Caledônia, Bornéu, Sumatra, Java, Nova Guiné, Camboja e Taiti foram reclassificados como *R. australis* (Fig. 1) (ESTRADA-PEÑA et al, 2012; BURGER et al., 2014).

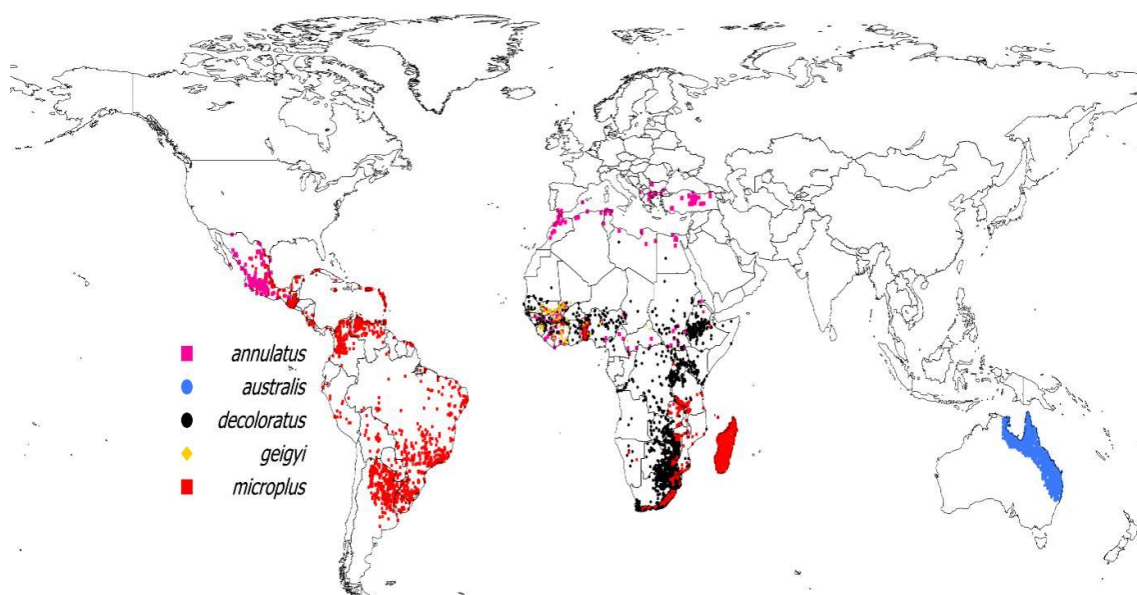


Figura 1: Distribuição mundial de espécies de *Rhipicephalus* no ano de 2014. (NICARETTA, 2018)

A classificação taxonômica do carrapato *R. microplus* ocorre da seguinte forma (TAYLOR et al., 2017):

- Reino: Animalia;
- Filo: Arthropoda;
- Classe: Arachnida;
- Subclasse: Acari;
- Corte: Parasitiformes;
- Ordem: Ixodida;
- Família: Ixodidae;
- Subfamília: Rhipicephalinae;
- Gênero: *Rhipicephalus*
- Subgênero: *Boophilus*
- Espécie: *Rhipicephalus microplus*

R. microplus é um artrópode que tem como fonte nutricional o sangue ingerido do hospedeiro, ou seja, são hematófagos. Após a ingestão, o sangue é utilizado para manutenção das necessidades fisiológicas do carrapato, inclusive a produção dos ovos pelas fêmeas, que direcionam cerca de 50% da quantidade total ingerida para esta função (BRAGA et al., 2017).

Os machos possuem tempo de crescimento e desenvolvimento mais curtos do que as fêmeas, atingindo a maturidade em um menor espaço de tempo e ingerindo menores quantidades de sangue do hospedeiro. A detecção dos feromônios produzidos pelas fêmeas é feita através de órgãos sensitivos localizados nas extremidades das patas, que são chamados de pluviolos (GONZÁLES, 2002; PEREIRA, 2008).

Os carrapatos adultos possuem gnátossoma curto e reto, o escudo tem formato oval, coloração castanha e não possui ornamentação. O hipostômio tem comprimento maior que os palpos e apresentam de 4 a 5 fileiras de “dentes” em cada lateral. O formato do corpo pode variar de ovalado a quadrangular com coloração de laranja a azul acinzentado, tornando-se esbranquiçado nas regiões lateral e frontal, com as patas apresentando coloração pálida a creme. Entre os órgãos internos da teleógena, os que apresentam maior tamanho são os intestinos e ovários (PEREIRA, 2008; TAYLOR et al., 2017).

3.2. Ciclo biológico de *R. microplus*

O ciclo biológico dos ixodídeos é dividido em duas fases distintas: a) fase de vida parasitária, que tem início quando as larvas infestam o hospedeiro e dura até o momento do desprendimento da teleógena; b) a fase de vida não parasitária, ou fase de vida livre, que consiste desde o momento que a teleógena se desprende do hospedeiro para realização da postura até o momento em que as larvas encontram o hospedeiro (PEREIRA et al., 2008; VERÍSSIMO, 2013).

R. microplus é um carrapato que necessita apenas um hospedeiro para completar a fase de vida parasitária, por isso é denominado de monoxeno. Esses hospedeiros são preferencialmente os bovinos, podendo acometer também outras espécies de animais domésticos e selvagens (FURLONG, 2005).

As larvas de *R. microplus* normalmente realizam busca passiva pelo hospedeiro, isto é, esperam até o momento que o hospedeiro se aproxima e elas possam então subir e se fixarem, esse período tem duração de aproximadamente 1 hora (RIEK, 1965). Após cerca de sete dias, as larvas realizam a primeira muda,

atingindo a fase de ninfa que perdura do 7º até o 16º dia de infestação, ocorrendo então a segunda muda, atingindo a fase adulta (LONDT e ARTHUR, 1975; PEREIRA et al., 2008).

No momento da segunda muda, ocorre o dimorfismo sexual, que é a diferenciação entre machos e fêmeas. Além de diferenças morfológicas de formato e tamanho do escudo, nos machos a fase de ninfa é mais curta, ocorrendo a muda para adulto alguns dias antes do que as fêmeas. Na fase adulta os machos irão a procura das fêmeas para realizar a cópula, o que desencadeia o ingurgitamento final das fêmeas e o desprendimento, que ocorre com cerca de 21 dias após a infestação. Os machos podem sobreviver, em condições favoráveis, em média 45 dias (HITCHCOCK, 1955; OLIVER JÚNIOR, 1974; PEREIRA et al., 2008).

Após o desprendimento das teleógenas, inicia-se a fase de vida não parasitária, que é também a fase que os carrapatos sofrem as maiores interferências climáticas e ambientais. As teleógenas no ambiente necessitam de um período de 2 a 3 dias de maturação dos ovários para ter início a postura dos ovos. Nesse período, elas procuram um local com umidade e temperaturas ideais (80% e 25 °C, respectivamente), em condições laboratoriais, controladas, essa fase tem duração de 15 dias (MAGALHÃES e LIMA, 1992; MASTROPAOLO et al., 2017).

A incubação dos ovos, em condições favoráveis, tem duração de 18 dias, entretanto, esse período pode chegar até 4 meses. Após a eclosão, as larvas necessitam de um curto período de maturação, de 2 a 3 dias, a partir disso, já iniciam a busca passiva pelos hospedeiros, apresentando fototropismo positivo e geotropismo negativo (COTTON, 1915; WILKINSON, 1953; GONZALES, 1975). Os órgãos de Haller, presentes nas extremidades das patas anteriores, são responsáveis pela resposta a estímulos olfatórios às secreções da pele e dióxido de carbono provenientes do hospedeiro, auxiliando o encontro parasita-hospedeiro (LEGG, 1930; WALLADE & RICE, 1982).

3.3. Dinâmica populacional em regiões de clima tropical semi-úmido

A região do cerrado brasileiro tem o clima classificado como tropical, semi-úmido com verões chuvosos e invernos secos, nestas condições são relatadas a existência de três ou quatro gerações de carrapatos anuais (FURLONG, 2005; CRUZ, 2017; MOREL et al.; 2017). Os picos de infestações nos animais são o momento em que os animais apresentam maior número de carrapato. O primeiro pico, ocorre entre o período final do inverno e o início da primavera, associado ao período de início das chuvas após o inverno, sendo essas larvas provenientes que teleógenas que se desprenderam dos bovinos no início do inverno, e por condições climáticas desfavoráveis, déficit de saturação elevado, ocorre um atraso na eclosão dos ovos e maturação das larvas (FURLONG, 2005; NAVA et al., 2013; CRUZ, 2017, NICARETTA et al., 2021).

Durante o final da primavera e o verão, as condições climáticas são mais favoráveis ao desenvolvimento dos carrapatos, favorecendo com o que o ciclo se complete de forma mais rápida, sendo possível a observação de pelo menos dois novos picos durante esse período. Essas condições mais favoráveis, apresentam também um reflexo durante o outono, que as temperaturas começam a ser mais amenas, mas ainda é possível a observação de mais um pico de infestação nos animais (FURLONG, 2005; NAVA et al., 2013; CRUZ, 2017).

Em um estudo realizado em Jaboticabal, estado de São Paulo, foi identificada uma possível alteração na dinâmica populacional, sendo registrada a existência de cinco gerações anuais de *R. microplus* (CRUZ, 2017), foi observado um primeiro pico ocorrendo no início do outono, seguido por um novo pico ao final dessa mesma estação. O terceiro pico de infestação foi registrado entre o final do inverno e o início da primavera. No período do verão foram observados mais dois picos de carrapatos, um no começo da estação e outro no final. Esses resultados foram observados em dois anos consecutivos, mesmo com condições ambientais e climáticas diversas.

Gomes et al. (2016), no estado de Minas Gerais, sugeriram a possibilidade de ocorrência de uma quinta geração de carrapatos acometendo os bovinos, dentro de um intervalo de estudo de um ano, com concentração dos picos de infestação no outono, primavera e verão. No estado de Goiás, também já foi evidenciada a

presença de cinco picos de infestação, em bovinos leiteiros, durante um ano de estudo (NICARETTA et al., 2021).

Tais alterações na dinâmica populacional de *R. microplus*, observadas na região do cerrado brasileiro, podem ser justificadas devido à ocorrência de invernos com temperaturas mais altas, o que favorece a sobrevivência e o desenvolvimento das larvas nas pastagens, e o surgimento de um novo pico de infestação dos bovinos nesse período (CRUZ et al., 2020; NICARETTA et al., 2021).

3.4. Resistência aos acaricidas

Resistência pode ser definida como uma condição hereditária que caracteriza diminuição da susceptibilidade de um organismo frente a determinado princípio ativo, fazendo com que esses organismos sobrevivam a doses anteriormente letais para a mesma espécie ou população (FAO, 2004; DEVANEY, 2013).

O maior obstáculo para o controle do *R. microplus* é a resistência aos acaricidas comercialmente disponíveis. Devido ao uso excessivo de fármacos para o controle químico dos carrapatos, já foram relatadas populações resistentes a todas as classes utilizadas no Brasil, que são: piretróides sintéticos e organofosforados (MENDES et al., 2011); amitraz (LOVIS et al., 2013); lactonas macrocíclicas (KLAFKE et al., 2012); fipronil (CASTRO-JANER et al., 2010); e, inclusive a mais recente droga utilizada para o controle de carrapatos, fluazuron (RECK et al., 2014).

Como agravante dessa situação, existe o desenvolvimento de populações multirresistentes. Frequentemente são relatadas populações multirresistentes na América Latina, sobretudo na Colômbia (BENAVIDES et al., 2000), México (FERNÁNDEZ-SALAS et al., 2012) e no Brasil (RECK et al., 2014; HIGA et al., 2015; KLAFLKE et al., 2017), inclusive na região Centro-Oeste brasileiro (VALSONI et al., 2020).

Baseado nesse cenário, a escolha da droga ou associação de mais de um fármaco utilizado para o controle do *R. microplus* deve ser realizado com base em

testes de resistência, para que sejam utilizados produtos com melhores valores de eficácia (> 95%) (BRASIL, 1997), auxiliando o sucesso no protocolo de controle aplicado.

3.5. Isoxazolinas

A classe de compostos das isoxazolinas possui ação contra ácaros e insetos, apresentando características de rápida absorção, efeito com duração prolongada e amplo espectro de ação. Os princípios ativos afloxalaner, fluralaner, soralaner e latilaner são pertencentes a essa classe. Todos esses com formulações utilizadas para o controle de ectoparasitos de animais de companhia, apresentados como produtos de administração por via oral, principalmente para caninos e por via tópica, para caninos e felinos, possuindo uma boa aceitação entre os proprietários desses animais (ZHOU et al., 2022).

As isoxazolinas possuem atividade de inibição dos canais de cloreto, que são controlados por ácido-gama-aminobutírico (GABA) e por glutamato, tendo menor ação no segundo, principalmente quando comparado a ação das lactonas macrocíclicas (GASSEL et al., 2014). GABA e glutamato atuam estimulando o influxo de cloreto no tecido pós-sináptico, o que leva a hiperpolarização impedindo a geração de um potencial de ação. As isoxazolinas agem inibindo a ação moduladora de GABA e glutamato, ligando-se no tecido pós-sináptico, levando a uma prevenção do influxo de cloreto desencadeando uma despolarização, fazendo com que ocorra a paralisia e morte do parasito (OZOE et al., 2010; GASSEL et al., 2014).

Além da utilização das isoxazolinas para o controle de ectoparasitos de pequenos animais, Gassel et al. (2014) demonstram que fluralaner possui ação contra *R. microplus*, principal ectoparasita de bovinos, que causa grande impacto econômico na bovinocultura nacional. Por serem fármacos que apresentem eficácia superior aos princípios ativos atualmente utilizados no Brasil (GASSEL et al, 2014), bem como seu efeito de ação prolongado, podem ser uma opção para o controle desse parasito que causa enormes perdas na criação de bovinos.

Esses fármacos que são utilizados na medicina veterinária, podem ter ação contra vetores transmissores de doenças para humanos, podendo ser uma alternativa para o controle medicamentoso dos vetores de doenças como malária, leishmaniose e as arboviroses (SCHORDERET-WEBER et al., 2017; MIGLIANICO et al., 2018). Outro contexto em que as isoxazolininas foram utilizadas para controle de doenças em humanos, foi com a utilização de fluralaner por via oral, em uma população de roedores silvestres, com objetivo de reduzir a carga parasitária de carrapatos desses animais, que são os reservatórios de *Borrelia burgdorferi*, microrganismo causador da doença de Lyme (PELLETIER et al., 2020).

3.6. Controle estratégico

Baseado no conhecimento da dinâmica populacional, foram desenvolvidas medidas de controle estratégico (FURLONG et al., 2003). Entretanto, as medidas recomendadas, levam em consideração a existência de três ou quatro picos de infestações anuais, desconsiderando o 5º pico, sugerido que acontece durante o inverno.

O protocolo de controle estratégico recomendado para a região do cerrado brasileiro, denominado “winter-spring”, consiste na aplicação de tratamentos a partir do início da estação de chuvosa, normalmente ocorrendo no final do inverno, até o início do verão, entre os meses de agosto e dezembro, com intervalos entre os tratamentos determinados de acordo com a droga utilizada, tendo por objetivo a diminuição da taxa de infestação durante os picos, e com isso, redução nos prejuízos causados pelos carrapatos na produção dos bovinos (FURLONG, 2005; ANDREOTTI et al., 2016).

Essas medidas de controle estratégico, também atuam auxiliando na redução dos números de cepas resistentes e/ou multiresistentes, uma vez que são utilizadas drogas com eficácia comprovada por meio de testes *in vitro* e o número de tratamento aplicados aos animais é menor do que quando realizado o tratamento curativo ao longo de todo o ano, diminuindo a pressão de seleção exercida sobre as populações de carrapatos (FURLONG et al., 2003).

Na Argentina, foi avaliada a eficiência do controle estratégico “winter-spring”, utilizando bovinos com aptidão para corte, foram realizados três tratamentos com diferentes princípios ativos, entre os meses de setembro a dezembro, demonstrando eficácia no controle de *R. microplus* com redução significativa no número de carrapatos, quando comparados com o grupo controle (MOREL et al., 2017). Resultado similar foi encontrado por Nava et al. (2019), que avaliaram a eficácia de dois protocolos de tratamento, o primeiro considerando três tratamentos e o segundo sendo adicionado um quarto tratamento. Nos dois protocolos os tratamentos foram realizados entre o final do inverno e o início da primavera, entretanto, não houve diferença significativa entre os protocolos com três e quatro tratamentos, os dois foram eficazes na prevenção do maior pico de infestação, no outono. Contudo nos dois estudos foram consideradas apenas três gerações anuais de carrapato acometendo os bovinos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, A.; PARIZI, L. F.; FERREIRA, B. R. *et al.* A revision of two distinct species of *Rhipicephalus*: *R. microplus* and *R. australis*. **Ciência Rural**. 46(7): 1240-1248. 2016.
- ANDREOTTI, R.; KOLLER, W.W.; GARCIA, M.V. **Carrapatos: protocolos e técnicas para estudo**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 217p.
- BENAVIDES, E.; RODRÍGUEZ, J. L.; ROMERO, A. Isolation and partial characterization of the montecitos strain of *Boophilus microplus* (Canestrini, 1877) multiresistant to different acaricides. **Annals New York Academy of Sciences**. 916(1): 668-71. 2000.
- BLAGBURN, B. L.; DRYDEN, M. W.; Biology, treatment, and control of flea and tick infestations. **Veterinary Clinics Small Animals**. 39: 1173-2000. 2009.
- BRAGA, A. G. S.; LIMA, R. A.; CELESTINO, C. O. *et al.* Tick *Rhipicephalus microplus* Canestrini: Biological, morphological and biological activity. **REGET**. 21(1): 88-96. 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n.48, de 16 de maio de 1997. **Regulamento técnico para licenciamento e/ou renovação de licença de produtos antiparasitários de uso veterinário**. Diário Oficial da União. 1997.
- BURGER, T. D.; SHAO, R.; BARKER, S. C. Phylogenetic analysis of mitochondrial genome sequences indicates that the cattle tick, *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*, contains a cryptic species. **Molecular Phylogenetics and Evolution**. 2014.
- CANESTRINI, G. Intorno ad alcuni acari ed opilionidi dell'America. **Atti della Società Veneto-Trentina di Scienze Naturali**, Padua, 11(1): 100-111. 1888.
- CASTRO, J. J. Sustainable tick and tick-borne disease control in livestock improvement in developing countries. **Veterinary Parasitology**. 71: 77–97. 1997.
- CASTRO-JANER, E.; RIFRAN, L.; GONZÁLEZ, P. *et al.* *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Acari: Ixodidae) resistance to fipronil in Uruguay evaluated by in vitro bioassays. **Veterinary Parasitology**. 169: 172–7. 2010.
- COTTON, E.C. The North American fever tick. **Agricultural Experiment Station of the University of Tennessee**. 113(1): 33–67. 1915.
- CRUZ, B. C. **Aspectos ecológicos, biológicos e de resistência de *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Acari: Ixodidae) na região de Jaboticabal, São Paulo, Brasil**. 2017. 146p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Unesp, Jaboticabal, SP. 2017.
- CRUZ, B.C.; MENDES, A.F.L.; MACIEL, W.G. *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**. 1-10. 2020.

DEVANEY, E. Genetic and genomic approaches to understanding drug resistance in parasites. **Parasitology**. 140: 1451-1454. 2013.

ESTRADA-PENÑA, A.; VENZAL, J. M.; NAVA, S. *et al.* Reinstatement of *Rhipicephalus (Boophilus) australis* (Acari: Ixodidae) with redescription of the adult and larval stages. **Journal of Medical Entomology**. 49(4): 794-802. 2012.

EVANS, D. E. Tick infestation of livestock and tick control methods in Brazil: A situation report. **International Journal of Tropical Insect Science**. 13(4): 629-43. 1992.

FAO. **Guidelines: Resistance Management and Integrated Parasite Control in Ruminants**. Roma: Food and Agriculture Organization, 2004. Disponível em: <
https://www.fao.org/publications/card/en/c/AG014E/>. Acesso em: 21 mar. 2022.

FERNÁNDEZ-SALAS, A.; RODRÍGUEZ-VIVAS, R. I. ALONSO-DÍAZ, M. A. First report of a *Rhipicephalus microplus* tick population multi-resistant to acaricides and ivermectin in the Mexican tropics. **Veterinary parasitology**. 183(3-4): 338-342. 2012

FURLONG, J.; MARTINS, J.R.S.; PRATA, M.C.A. **Carrapato dos bovinos: controle estratégico nas diferentes regiões brasileiras**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003. 6p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 36).

FURLONG, J. **Carrapato: problemas e soluções**. 1ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. 2005. 65p.

GASSEL, M.; WOLF, C.; NOACK, S. *et al.* The novel isoxazoline ectoparasiticide fluralaner: Selective inhibition of arthropod g-aminobutyric acid- and L-glutamate-gated chloride channels and insecticidal/acaricidal activity. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**. 45: 111-124. 2014.

GOMES, L.V.C.; LOPES, W.D.Z.; TEIXEIRA, W.F.P. *et al.* Population dynamics and evaluation of the partial selective treatment of crossbreed steers naturally infested with *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in a herd from the state of Minas Gerais in Brazil. **Veterinary Parasitology**. 220: 72-76. 2016.

GRISI, L.; LEITE, R.C.; MARTINS, J.R.S. *et al.* Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**. 23(2): 150-156. 2014.

GONZÁLES, J.C. **O controle do carrapato dos bovinos**. Porto Alegre: Sulina, 1975. 103p.

_____. O carrapato dos bovinos *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887): revisão histórica e conceitual. **Hora Vet**. 21(125): 23–28. 2002.

GUGLIELMONE, A. A.; ROBBIN, R. G.; APANASKEVICH, D. A. *et al.* The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida) of the world: a list of valid species names. **Zootaxa**. 2528: 1-28. 2010.

476 HIGA, L. O. S.; GARCIA, M. V.; BARROS, J. C. *et al.* Acaricide resistance status of
 477 the *Rhipicephalus microplus* in Brazil: a literature overview. **Medicinal chemistry.**
 478 5(7): 326-333. 2015.

479 HITCHCOCK, L.F. Studies on the parasitic stages of the cattle tick, *Boophilus*
 480 *microplus* (Canestrini) (Acarina: Ixodidae). **Australian Journal of Zoology.** 3: 144–
 481 155. 1955.

482 HÜE, T.; BERGER, A.; WANG, H. H. *et al.* Integrated control of the cattle tick,
 483 *Rhipicephalus australis* (Acari: Ixodidae), in New Caledonia through the pasture and
 484 cattle management method. **Parasitology Research.** 120(8): 2749–58. 2021.

485 KLAFKE, G. M.; CASTRO-JANER, E.; MENDES, M. C. *et al.* Applicability of in vitro
 486 bioassays for the diagnosis of ivermectin resistance in *Rhipicephalus microplus*
 487 (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology.** 184: 212-220. 2012.

488 KLAFKE, G. M.; WEBSTER, A.; DALL-AGNOL, B. *et al.* Multiple resistance to
 489 acaricides in field populations of *Rhipicephalus microplus* from Rio Grande do Sul
 490 state, Southern Brazil. **Ticks and Tick-borne Diseases.** 8: 73-80. 2017.

491 LABRUNA, M. B.; NARANJO, V.; MANGOLD, A. J. *et al.* Allopatric speciation in
 492 ticks: genetic and reproductive divergence between geographic strains of
 493 *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **BMC Evolutionary Biology.** 9(46): 1-12.
 494 2009.

495 LEGG, J. Some observations on the life history of the cattle tick (*Boophilus*
 496 *australis*). **Proceedings of the Royal Society of Queensland.** 41: 121–132. 1930.

497 LEÓN, A. A. P.; TEEL, P. D.; LI, A. *et al.* Advancing integrated tick management to
 498 mitigate burden of tick-borne diseases. **Advancing Integrated Tick Management.**
 499 382–9. 2014.

500 LONDT, J.G.H.; ARTHUR, D.R. The structure and parasitic life cycle of *Boophilus*
 501 *microplus* (Canestrini, 1888) in South Africa (Acarina: Ixodida). **Journal of the**
 502 **Entomological Society of Southern Africa.** 38: 321–340. 1975.

503 LOVIS, L.; MENDES, M. C.; PERRET, J.-L. *et al.* Use of the Larval Tarsal Test to
 504 determine acaricide resistance in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Brazilian
 505 field populations. **Veterinary Parasitology.** 191(3-4): 323-331. 2013.

506 MAGALHÃES, F. E. P.; LIMA, J. D. Desenvolvimento e sobrevivência do carrapato
 507 em pastagem de *Brachiaria decumbens* no município de Pedro Leopoldo, MG.
 508 **Pesquisa agropecuária brasileira.** 27(1): 15-25. 1992.

509 MASSENA, L. M. V. **Status da susceptibilidade de *Rhipicephalus microplus* a**
 510 **ivermectina, fipronil e fluazuron em Mato Grosso do Sul.** 2018. 44p.
 511 Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Mato
 512 Grosso do Sul, Campo Grande, MS. 2018.

513 MARTINS, T. F.; VENZAL, J. M.; TERASSINI, F. A. *et al.* New tick records from the
 514 state of Rondônia, western Amazon, Brazil. **Experimental and Applied Acarology.**
 515 62: 121-128. 2014.

516 MASTROPAOLO, M.; MANGOLD, A. J.; GUGLIELMONE, A. A. *et al.* Non-parasitic
517 life cycle of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in *Panicum maximum*
518 pastures in northern Argentina. **Research in Veterinary Science**. 115: 138-145.
519 2017.

520 MENDES, M. C.; LIMA, C. K. P.; NOGUEIRA, A. H. C. *et al.* Resistance to
521 cypermethrin, deltamethrin and chlorpyrifos in populations of *Rhipicephalus*
522 (*Boophilus*) *microplus* (Acari: Ixodidae) from small farms of the State of São Paulo,
523 Brazil. **Veterinary Parasitology**. 178(3-4): 383-388. 2011.

524 MIGLIANICO, M.; ELDERING, M.; SLATER, H. *et al.* Repurposing isoxazoline
525 veterinary drugs for control of vector-borne human diseases. **Proceedings of the**
526 **National Academy of Sciences of the United States of America**. 115(29):
527 E6920-E6926. 2018.

528 MOREL, N.; SIGNORINI, M.L.; MANGOLD, A.J. *et al.* Strategic control of
529 *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* infestation on beef cattle grazed in *Panicum*
530 *maximum* grasses in a subtropical semi-arid region of Argentina. **Preventive**
531 **Veterinary Medicine**. 144: 179-183. 2017.

532 NAVA, S.; MASTROPAOLO, M.; GUGLIELMONE, A.A. *et al.* Effect of deforestation
533 and introduction of exotic grasses as livestock forage on population dynamics of the
534 cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) in northern
535 Argentina. **Research in Veterinary Science**, 95: 1046-1054. 2013.

536 NAVA, S.; VENZAL, J. M.; GONZÁLEZ-ACUÑA, D. *et al.* **Ticks of the southern**
537 **cone of America: diagnosis, distribution, and hosts with taxonomy, ecology**
538 **and sanitary importance**. London, UK: Academic Press, Elsevier, 2017, 348 p.

539 NAVA, S; TOFFALETTI, J.R.; MOREL, N. *et al.* Efficacy of winter–spring strategic
540 control against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* infestations on cattle in an area
541 with ecological conditions highly favourable for the tick in northeast Argentina.
542 **Medical and Veterinary Entomology**. 33: 312-316. 2019.

543 NICARETTA, J. E. **Dinâmica populacional de *Rhipicephalus microplus* em uma**
544 **região de clima tropical semiúmido**. 2018. 61p. Dissertação (Mestrado em
545 Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO. 2018.

546 NICARETTA, J. E.; ZAPA, D. M. B.; COUTO, L. F. M. *et al.* *Rhipicephalus microplus*
547 seasonal dynamic in a Cerrado biome, Brazil: Na update data considering the global
548 warming. **Veterinary Parasitology**. 296(109506): 1–10. 2021.

549 OZOE, Y.; ASAH, M.; OZOE, F. *et al.* The antiparasitic isoxazoline A1443 is a
550 potent blocker of insect ligand-gated chloride channels. **Biochemical and**
551 **Biophysical Research Communications**. 391(1): 744-749. 2010.

552 PELLETIER, J.; ROCHELEAU, J-P.; AENISHAENSLIN, C. *et al.* Evaluation of
553 fluralaner as an oral acaricide to reduce tick infestation in a wild rodent reservoir of
554 Lyme disease. **Parasites & Vectors**. 13(73): 1-9. 2020.

555 PEREIRA, A. A. **Aspectos ecológicos de *Boophilus microplus* (Canestrini:**
556 **1887) (Acarina: Ixodidae) no município de Franca, Nordeste de São Paulo.**

2008. 106p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal-SP. 2008.

PEREIRA, M. C.; LABRUNA, M. B.; SZABÓ, M. P. J. *et al.* ***Rhipicephalus (Boophilus) microplus***: biologia, controle e resistência. São Paulo: MedVet, 2008.

RECK, J.; KLAFKE, G. M.; WEBSTER, A. *et al.* First report of fluazuron resistance in *Rhipicephalus microplus*: A field tick population resistant to six classes of acaricides. **Veterinary Parasitology**. 201: 128-136. 2014.

RIEK, R.F. The cattle tick and tick fever. **Australian Journal of Zoology**. 41: 211–215. 1965.

SCHORDERET-WEBER, S.; NOACK, S.; SELZER, P. M. *et al.* Blocking transmission of vector-borne diseases. **International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance**. 7: 90-109. 2017.

TAYLOR, M. A.; COOP, R. L.; WALL, R. L. **Parasitologia Veterinária**. 4ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. 3789p.

VALSONI, L. M.; FREITAS, M. G.; ECHEVERRIA, J. T. *et al.* Resistance to all chemical groups of acaricides in a single isolate of *Rhipicephalus microplus* in Mato Grosso do Sul, Brazil. **International Journal of Acarology**. 1-5. 2020.

VERÍSSIMO, C. J. Controle biológico do carrapato do boi, *Rhipicephalus microplus*, no Brasil. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**. 11(1): 14-23. 2013.

WALLADE, S.M.; RICE, M.J. The sensory basis of tick feeding behaviour. In: OBBECHAIN, F.D.; GALUN, R. (Ed.). **Physiology of ticks**. Oxford: Pergamon Press, 1982. p. 71-117.

WILKINSON, P. R. Observations on the sensory physiology and behaviour of larvae of the cattle tick *Boophilus microplus* (Canestrini) (Ixodidae). **Australian Journal of Zoology**. 1(3): 345-356. 1953.

ZHOU, X.; HOHMAN, A. E.; HSU, W. H. Current review of isoxazoline ectoparasitocides used in veterinary medicine. **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**. 45: 1–15. 2022.

CAPÍTULO II

5. EFICÁCIA DO FLURALANER EM DIFERENTES PROTOCOLOS DE CONTROLE ESTRATÉGICOS CONTRA INFESTAÇÕES DE *Rhipicephalus microplus* EM BOVINOS BRANGUS DE UMA AREA TROPICAL

O presente artigo foi formatado de acordo com as normas de formatação para publicação na revista “*Parasites and Vectors*” (Link: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/submission-guidelines/preparing-your-manuscript/research>). As figuras e tabelas foram inseridas no texto, diferente do indicado pela revista, para facilitar a compreensão dessa dissertação pelo leitor.

Eficácia do fluralaner em diferentes protocolos de controle estratégicos contra infestações de *Rhipicephalus microplus* em bovinos Brangus de uma area tropical

Guilherme Henrique Reckziegel^{1,2}, Mariana Green de Freitas¹, Juliane Francielle Tutija¹, Vinícius Duarte Rodrigues¹, Dyego Gonçalves Lino Borges¹, Daniel de Castro Rodrigues³, Heitor de Oliveira Arriero Amaral³, Fernando de Almeida Borges^{1*}

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, BR.

²Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, BR.

³MSD Saúde Animal, São Paulo, São Paulo, BR.

***Correspondência: borgesvet@hotmail.com**

GHR: ghreckziegel@gmail.com

MGF: marianagreenf@gmail.com

JFT: juliane_tutija@hotmail.com

VDR: vinidr15@gmail.com

DGLB: dyegogborges@hotmail.com

DCR: daniel.rodrigues2@merck.com

HOAA: heitor.amaral@merck.com

RESUMO

Introdução: A ocorrência de invernos com temperaturas mais elevadas em áreas brasileiras de climas tropical e tropical de altitude podem resultar em um quinto pico adicional de carrapatos durante o inverno, além das quatro gerações previamente descritas. Além dessas mudanças na sazonalidade do carrapato do boi, populações com multiresistência a acaricidas têm dificultado seu controle. Por isso, foram avaliados dois protocolos de controle estratégico com tratamentos em uma ou duas épocas do ano, com o uso de fluralaner 5%.

Métodos: O estudo foi realizado em Mato Grosso do Sul, Brasil, do início do período chuvoso (novembro) de 2020 a outubro de 2021. Em um delineamento em blocos casualizados, 36 bezerras Brangus foram distribuídas em três grupos: i) Controle negativo; ii) CE1E - controle estratégico tradicional de uma estação (início das chuvas); e III) CE2E - controle estratégico de duas estações (início e término da estação chuvosa). Os dois grupos de controle estratégico foram tratados no D0 (outubro/2020), e mais duas vezes a cada 42 dias e o grupo CE2E recebeu mais três tratamentos a cada 42 dias a partir do D182 (maio/2021), todos com fluralaner 5% via *pour-on* na dose dosagem de 1mL/20kg PV. Foram realizadas contagens das partenóginas no D3 e a cada 14 dias, quando os animais também eram pesados.

Resultados: Fluralaner apresentou eficácia média superior a 95% até o D294. Os dois grupos tratados apresentaram diminuição ($p < 0,05$) na média de carrapatos já no D3. No grupo CE2E, as médias foram próximas ou iguais a zero até o D336, enquanto no grupo CE1E as médias não diferiram ($p > 0,05$) às do grupo controle partir do D231. O ganho de

peso médio final de cada grupo foi de 115,38kg, 98,63kg e 76,40kg para os grupos CE2E, CE1E e controle, respectivamente, diferindo ($p<0,05$) entre si.

Conclusão: Portanto, três aplicações de fluralaner a cada 42 dias a partir do início da estação chuvosa resultou em controle eficaz do carrapato por 224 dias, e, quando realizados mais três tratamentos a cada 42 dias no outono/inverno, as contagens de carrapatos ficaram reduzidas por todo o ano, o que pode ser indicado em anos com condições climáticas que permitam a ocorrência de picos no outono/inverno. O controle desse ectoparasito proporcionou maior produtividade.

Palavras-chave: bovinocultura, carrapato, isoxazolinas.

1. Introdução

Rhipicephalus spp. [1] está entre os principais ectoparasitos em bovinos em regiões de clima tropical e subtropical em todo o mundo [2–5]. No Brasil, as perdas econômicas de forma direta, como diminuição no ganho de peso e queda na produção de leite, geram um impacto estimado em US\$ 3,24 bilhões [6].

A principal forma de controle realizada a campo é utilizando fármacos acaricidas, entretanto, devido ao uso intenso é crescente o número de relatos de resistência aos fármacos comercializados, sendo relatadas cepas com resistência múltipla [4. 7–9]. O fluralaner, uma molécula pertencente à classe de compostos das isoxazolinas, amplamente utilizado para o controle de ácaros e insetos em animais de companhia, possui longo período de ação, rápida absorção e amplo espectro [10], sendo uma nova alternativa para o controle de *Rhipicephalus* spp. em bovinos. Para maximizar os resultados e retardar os efeitos de resistência, tal molécula deve ser utilizada de forma racional, baseado em dados de estudos a campo e

658 protocolos de controle estratégico, permitindo um controle eficaz do carrapato, com uso
659 racional da molécula.

660 Em países com características climáticas de verões chuvosos e invernos secos, é
661 relatada a existência de três ou quatro gerações de carrapatos por ano [11–13]. É considerada
662 como primeira geração o pico de infestação que ocorre logo após o inverno [14], com o
663 início do aumento das temperaturas e aumento dos índices pluviiais, no início da primavera.
664 Os meses mais quentes e úmidos do verão permitem que um ou dois picos ocorram de forma
665 rápida, com isso advém um aumento no número de indivíduos, levando à ocorrência de mais
666 um pico de infestação durante o outono, que apresenta temperaturas mais amenas [11, 12,
667 15, 16].

668 A partir dessa dinâmica populacional anual, foram desenvolvidos protocolos de
669 controle estratégico, denominado controle estratégico inverno-primavera, que consiste em
670 aplicações de acaricidas a partir do período final do inverno até meados da primavera, com
671 objetivo de atuar antes primeiro pico de infestação, levando ao achatamento da curva durante
672 o verão e outono, que são períodos com condições climáticas mais favoráveis ao *R.*
673 *microplus* [17, 18].

674 Estudos recentes, evidenciam que devido aumento das temperaturas médias durante
675 o período de inverno, possa ocorrer um quinto pico de infestação durante a estação mais fria
676 [19, 20]. Dessa forma o presente trabalho tem como objetivo avaliar um novo protocolo de
677 controle estratégico, controle estratégico inverno-primavera e outono-inverno, com
678 tratamentos em duas estações do ano (inverno-primavera e outono-inverno), utilizando o
679 Fluralaner 5%, comparativamente ao tradicional protocolo de controle estratégico inverno-
680 primavera.

681 **2. Metodologia**

2.1 Local e período do estudo

O experimento foi realizado em uma fazenda destinada a criação de bovinos para fins experimentais (20° 0'47.86"S – 53° 39'7.45"O), localizada no município de Ribas do Rio Pardo – MS, que está sob influência do clima tropical (AW) semi-úmido, segundo classificação de Köppen-Geiger, sendo as temperaturas médias do mês mais frio entre 18°C e 20°C.

A área experimental foi constituída de três piquetes com formação mista por *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria humidicola*, com 10 hectares cada, onde foram alojados 12 animais, com a taxa de lotação no início do estudo de aproximadamente 0,4UA/Ha e de 0,8UA/Ha ao término.

Três meses antes do início do estudo, foram introduzidas 36 bezerras Brangus (1/2 sangue Nelore x Angus), com idade de 8 a 10 meses e naturalmente infestadas por *R. microplus* para garantir uma população ambiental.

O estudo foi iniciado em novembro de 2020 e finalizado em outubro de 2021, tendo duração de 336 dias.

2.2 Delineamento experimental

Os animais foram distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, com base no peso e contagens de carrapatos no dia zero, em três grupos (n=12): I) Controle; II) Controle estratégico tradicional de uma estação (início da estação de chuvosa), denominado “CE1E”; e III) novo controle estratégico de duas estações (início e término da estação chuvosa), denominado “CE2E”.

Cada grupo ocupou um piquete exclusivo durante todo estudo, que foi designado por sorteio.

2.3 Tratamentos

Todos os tratamentos foram realizados com uma formulação experimental composta por Fluralaner 5%, administrada via pour-on na dose de 1 mL/20kg. O critério para a escolha desse produto foi a necessidade de utilizar um acaricida com comprovada eficácia terapêutica mesmo em populações de carrapatos já resistentes, pois esse poderia ser um viés experimental.

Os animais do grupo controle deveriam receber tratamento de salvação quando ocorressem duas situações: a) quando a média de carrapatos no grupo fosse superior a 25, então todos animais seriam tratados, ou b) quando algum animal apresentasse contagem acima de 80 carrapatos, nesse caso o tratamento seria individual e não no grupo todo. Todavia durante o período observado, não foi necessário a realização de nenhum tratamento de salvação.

Os animais do grupo CE1E receberam três tratamentos com a formulação comercial, em intervalos de 42 dias a partir do início de novembro, período em que houve aumento nos índices pluviométricos. Os tratamentos ocorreram nas datas 11/11/2020, 21/12/2020 e 03/02/2021.

Os animais do grupo CE2E receberam os mesmos três tratamentos com Fluralaner 5% no início da estação chuvosa, realizados para o grupo CE1E e outros três tratamentos na transição entre o período de chuvas e época de seca, realizados em: 12/05/2021; 23/06/2021; e 04/08/2021.

Nos dois grupos tratados deveriam ser realizados tratamentos de salvação em períodos fora dos previstos para o controle estratégico seguindo os mesmos critérios descritos acima para o grupo controle.

Todos os animais foram everminados com levamisol (Ripercol®), na dose de 1mL/40kg de PV, no dia zero. Ao longo de todo o período experimental foram monitorados

quanto à presença de nematódeos gastrintestinais por meio de OPG. Foram realizados tratamentos em mais dois momentos, no D182 e D280.

2.4 Procedimentos analíticos

As contagens de fêmeas semi-ingurgitadas de *R. microplus* medindo entre 4,5 e 8,0 mm [21] foram realizadas apenas no lado esquerdo dos animais, sempre entre as oito e dez horas da manhã e pela mesma pessoa, com o uso de uma placa medidora. Para a realização das contagens de carrapatos, os animais foram contidos fisicamente em um tronco de contenção. Nessa oportunidade, também foi realizada a pesagem dos animais sem a necessidade e jejum alimentar prévio.

Considerando o dia do primeiro tratamento como o dia zero, as contagens de carrapatos e pesagens dos animais foram realizadas com intervalos de 14 dias até o término do estudo, no dia experimental 336 (D336). Todos os animais foram submetidos a contagem de partenógenas de *R. microplus* sete dias após cada um dos seis tratamentos realizados, além das contagens com intervalos de 14 dias, para fins de cálculo de eficácia.

2.5 Eficácia carrapaticida

Baseando-se nas médias das contagens de carrapatos em um lado do corpo dos animais, foram calculados os percentuais de eficácia terapêutica e residual do fluralaner de acordo com a fórmula preconizada pelo MAPA, SDA, Portaria n.º 48, 12/05/1997: $Eficácia = [1 - (Ta \times Cb / Tb \times Ca)] \times 100$, em que:

Ta = número médio de carrapatos contados no período pós-tratamento nos animais dos dois grupos tratados, até o D182, a partir desse dia experimental, somente o número médio de carrapatos contados no grupo CE2E;

Tb = número médio de carrapatos contados no dia zero nos animais dos dois grupos tratados, até o D182 e a partir desse dia experimental, somente o número médio de carrapatos contados no dia zero no grupo CE2E;

Ca = número médio de carrapatos contados no período pós-tratamento nos animais do grupo controle negativo;

Cb = número médio de carrapatos contadas no dia zero nos animais do grupo controle negativo.

2.6 Dados climáticos

No local do estudo foi instalada uma estação meteorológica completa digital (Instrutemp - ITWH-1080) de medidas de temperatura, umidade e precipitação, com mensuração e registro a cada 30min. A partir da base de dados da estação meteorológica foram obtidos a temperatura e umidade mínimas, máximas e a média diária, e posteriormente foram calculadas as médias entre cada dia de contagem e pesagem dos animais. Os dados de precipitação acumulada, foram obtidos a partir da somatória entre os dias de coletas de dados.

2.7 Análise estatística

Foi utilizado o delineamento em parcela subdividida no tempo (“Split Plot in Time”), considerando-se como parcela principal os tratamentos e como parcela secundária as datas de observação. Foi aplicado o teste de D’Agostino-Person para avaliar a normalidade dos dados individuais de contagens de partenóginas e peso dos animais, e posteriormente, foi realizada a análise de variância com dois fatores (tratamento e tempo) com medidas repetidas no fator tempo (Two-way ANOVA RM), seguido pelo teste de múltiplas comparações de

Sidak para verificar diferenças entre os grupos ao nível de significância de 95%, assim como diferenças dentro de cada grupo nas diferentes datas de avaliação.

O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para avaliar a relação entre as variáveis climáticas (umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, temperatura média, temperatura mínima e temperatura máxima) e as médias de carrapatos 56 dias após, considerando o tempo necessário desde o desprendimento da teleógina, desenvolvimento das formas no ambiente e fase parasitária até fêmea semi-ingurgitada.

Todas as análises foram realizadas com uso do programa GraphPad Prism version 6.0 para Windows (GraphPad Software, San Diego, Califórnia, E.U.A., www.graphpad.com).

Para o estudo da sazonalidade de partenóginas nos animais do grupo controle, foi realizada a análise de variância (one-way repeated measures - ANOVA) e depois, comparada cada data àquela de menor média (D266, 04/08/2021). As médias que foram superiores à menor média, pelo Teste de comparações múltiplas de Dunnett, foram consideradas como pico.

3. Resultados

Durante o período experimental, foram identificados cinco picos de infestação de carrapatos nos animais do grupo controle (Fig. 1). Para a determinação dos picos de infestação todas as médias de contagem de partenóginas do grupo controle foram comparadas à menor média observada (D266, 04/08/2021, média 3,17 carrapatos). O ponto de corte para a determinação dos picos foi a maior média (10,33 carrapatos) que não diferiu ($P > 0,05$) da menor média observada. Todos os momentos em que as médias das contagens ficaram superiores ($P < 0,05$) a 10,33 carrapatos, foram considerados picos de infestação.

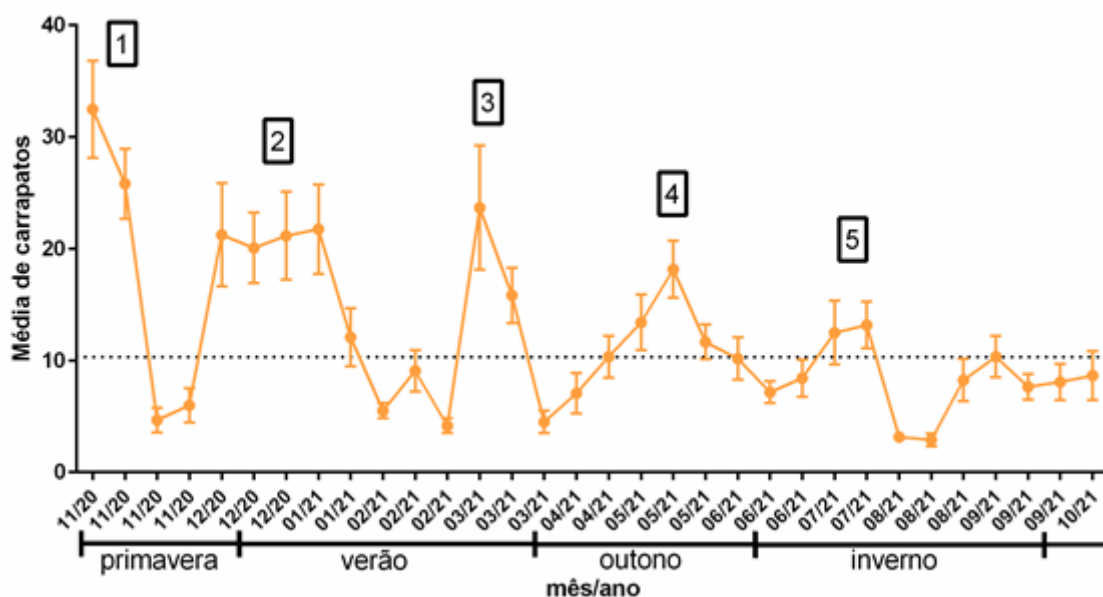


Figura 1. Médias e erro padrão da média de carrapatos em cada dia de contagem nos animais do grupo controle. A linha pontilhada representa o limiar da maior média (10,33 carrapatos) que não diferiu da menor média do grupo controle (D266, 04/08/2021, média 3,17). As contagens acima dessa linha, foram consideradas picos de infestação.

O primeiro pico de infestação ocorreu na primavera, no início da estação chuvosa, no mês de novembro/2021, logo no início do experimento. Foram observados mais dois picos durante o verão, nos meses de dezembro/2020 e março/2021, um no outono, durante o mês de maio/2021, e um no inverno, sendo a última estação um período com menos chuvas, no final do mês de julho/2021.

Os dois grupos que receberam tratamento apresentaram diminuição na média das contagens já no terceiro dia após o primeiro tratamento, e mantiveram-se com média das contagens baixas durante todo o período experimental, para o grupo CE1E (Fig. 2). Já no grupo CE1E, verificou-se um aumento na média das contagens de carrapato no D231, apresentando médias iguais aos observado no grupo controle (Tab. 1).

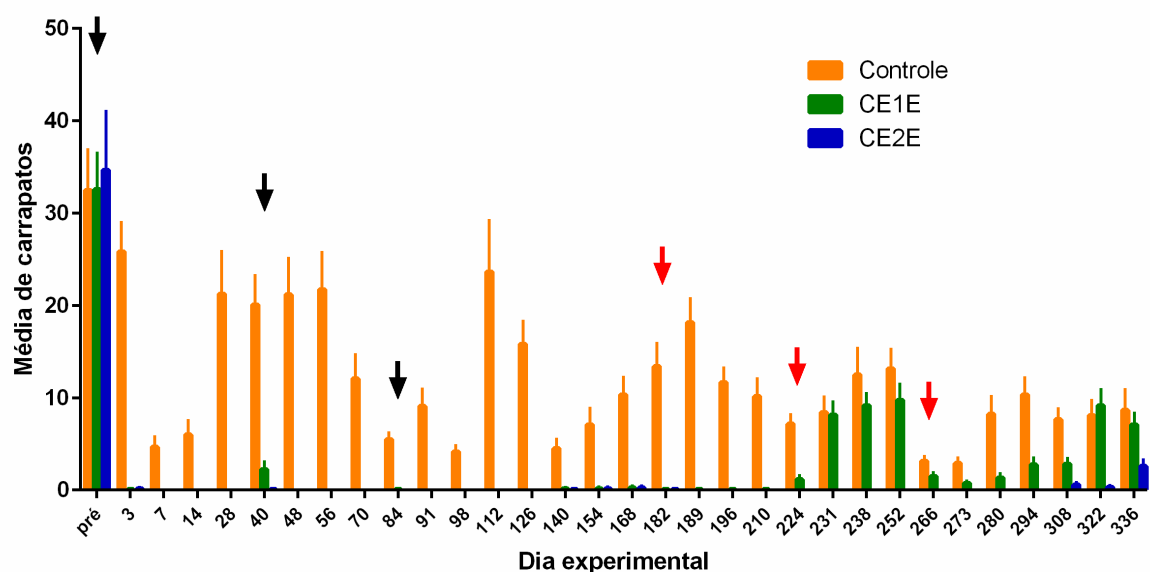


Figura 2. Média e erro padrão da média de carrapatos para cada dia de contagem nos animais dos 3 grupos experimentais. As setas pretas indicam os tratamentos nos animais dos dois grupos de tratamento e as setas vermelhas indicam tratamento apenas dos animais do grupo CE2E.

Tabela 1. Média e erro padrão da contagem de carrapatos para cada dia experimental e eficácia média do Fluralaner 5%.

Dia	Grupo controle			CE1E			CE2E			Eficácia média Fluralaner 5% (%)	DPT
	Média	EPM		Média	EPM		Média	EPM			
Pré	32,50	4,36	a	32,58	3,93	a	34,67	6,37	a		
3	25,83	3,15	a	0,08	0,08	b	0,17	0,11	b	99,5	3
7	4,67	1,12	a	0,00	0,00	a	0,00	0,00	a	100,0	7
14	6,00	1,54	a	0,00	0,00	b	0,00	0,00	b	100,0	14
28	21,25	4,62	a	0,00	0,00	b	0,00	0,00	b	100,0	28
40	20,08	3,16	a	2,25	0,84	b	0,08	0,08	b	94,2	40
48	21,17	3,95	a	0,00	0,00	b	0,00	0,00	b	100,0	8
56	21,75	4,00	a	0,00	0,00	b	0,00	0,00	b	100,0	16
70	12,08	2,60	a	0,00	0,00	b	0,00	0,00	b	100,0	30
84	5,50	0,69	a	0,08	0,08	a	0,00	0,00	a	99,2	44
91	9,08	1,85	a	0,00	0,00	b	0,00	0,00	b	100,0	7
98	4,17	0,67	a	0,00	0,00	a	0,00	0,00	a	100,0	14
112	23,67	5,56	a	0,00	0,00	b	0,00	0,00	b	100,0	28
126	15,83	2,47	a	0,00	0,00	b	0,00	0,00	b	100,0	42
140	4,50	1,00	a	0,17	0,11	a	0,08	0,08	a	97,2	56
154	7,08	1,81	a	0,17	0,17	b	0,17	0,17	b	97,6	70
168	10,33	1,89	a	0,25	0,18	b	0,25	0,18	b	97,6	84
182	13,42	2,49	a	0,08	0,08	b	0,08	0,08	b	99,4	98
189	18,17	2,57	a	0,08	0,08	b	0,00	0,00	b	100,0	7**

196	11,67	1,56	a	0,08	0,08	b	0,00	0,00	b	100,0	14
210	10,17	1,89	a	0,08	0,08	b	0,00	0,00	b	100,0	28
224	7,17	0,98	a	1,17	0,39	b	0,00	0,00	b	100,0	42
231	8,42	1,66	a	8,17	1,38	a	0,00	0,00	b	100,0	7
238	12,50	2,86	a	9,17	1,32	a	0,00	0,00	b	100,0	14
252	13,17	2,10	a	9,75	1,73	a	0,00	0,00	b	100,0	28
266	3,17	0,49	a	1,50	0,38	a	0,00	0,00	a	100,0	42
273	2,92	0,58	a	0,75	0,25	a	0,00	0,00	a	100,0	7
280	8,25	1,90	a	1,33	0,45	b	0,00	0,00	b	100,0	14
294	10,33	1,85	a	2,75	0,75	b	0,00	0,00	b	100,0	28
308	7,67	1,16	a	2,83	0,63	ab	0,58	0,23	b	92,4	42
322	8,08	1,63	a	9,17	1,71	a	0,33	0,19	b	95,9	56
336	8,67	2,20	a	7,08	1,27	ab	2,58	0,71	b	70,2	70

EPM: Erro padrão da média; DPT: Dias pós-tratamento. *Letras minúsculas diferentes na mesma linha representam diferença estatística da média da contagem de carrapatos entre os grupos experimentais. ** A eficácia foi calculada usando o número médio de carrapatos contados no período pós-tratamento nos animais dos dois grupos tratados até o D182, a partir desse dia experimental, somente o número médio de carrapatos contados no grupo CE2E.

A eficácia do Fluralaner 5%, até o D294, se manteve acima de 95%, com exceção do D40 (94,2%), sendo considerada a população de carrapatos como sensível para a droga utilizada (Tab. 1). A partir do D308 a eficácia de Fluralaner 5% diminuiu, chegando a 70,2% (D336), sendo a menor eficácia observada durante o período experimental, entretanto, já estava no 70º dia após o último tratamento.

A partir do mês de abril/2021 houve redução no volume de pluviosidade (mm) acumulada no intervalo entre as contagens de carrapatos. Durante os meses de junho/2021 a setembro/2021, o volume acumulado de pluviosidade foi próximo a 0 mm, o que contribuiu também para uma redução dos valores médios de umidade relativa do ar (URA - %) (Fig. 3).

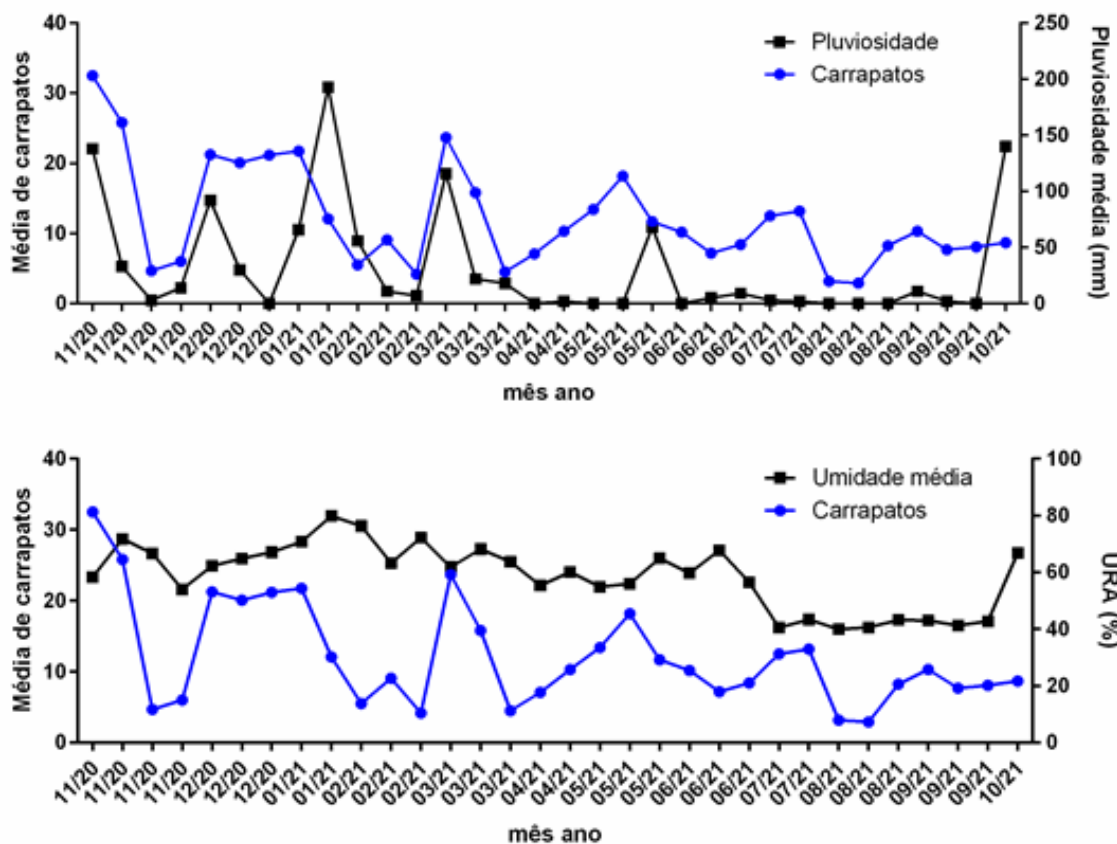


Figura 3. Gráfico de volume acumulado de pluviosidade (mm) no intervalo que antecede cada contagem e a média da contagem de carrapatos para o grupo controle e gráfico de URA média para o período que antecede cada contagem e a média da contagem de carrapatos para o grupo controle.

Esse longo período de estiagem com redução da pluviosidade e da URA é esperado para os meses em que foi observado, configurando o período seco, que compreende o período de inverno para o Hemisfério Sul. Consequentemente, nesse mesmo período, foi observado redução da oferta de pastagens, contribuindo para a perda de peso dos animais.

Foi observado diminuição das médias de temperatura mínima nos meses junho e julho/2021, ocorrendo episódios de geada em dias que foram registradas mínimas de 3,20 °C, 2,80 °C e 1,20 °C, nos dias 29 e 30/06/2021 e dia 01/07/2021, respectivamente, sendo as menores temperaturas registradas durante o experimento. As médias de temperatura média e máxima para o intervalo entre as contagens de carrapatos se mantiveram constantes ao longo de todo período experimental (Fig. 4).

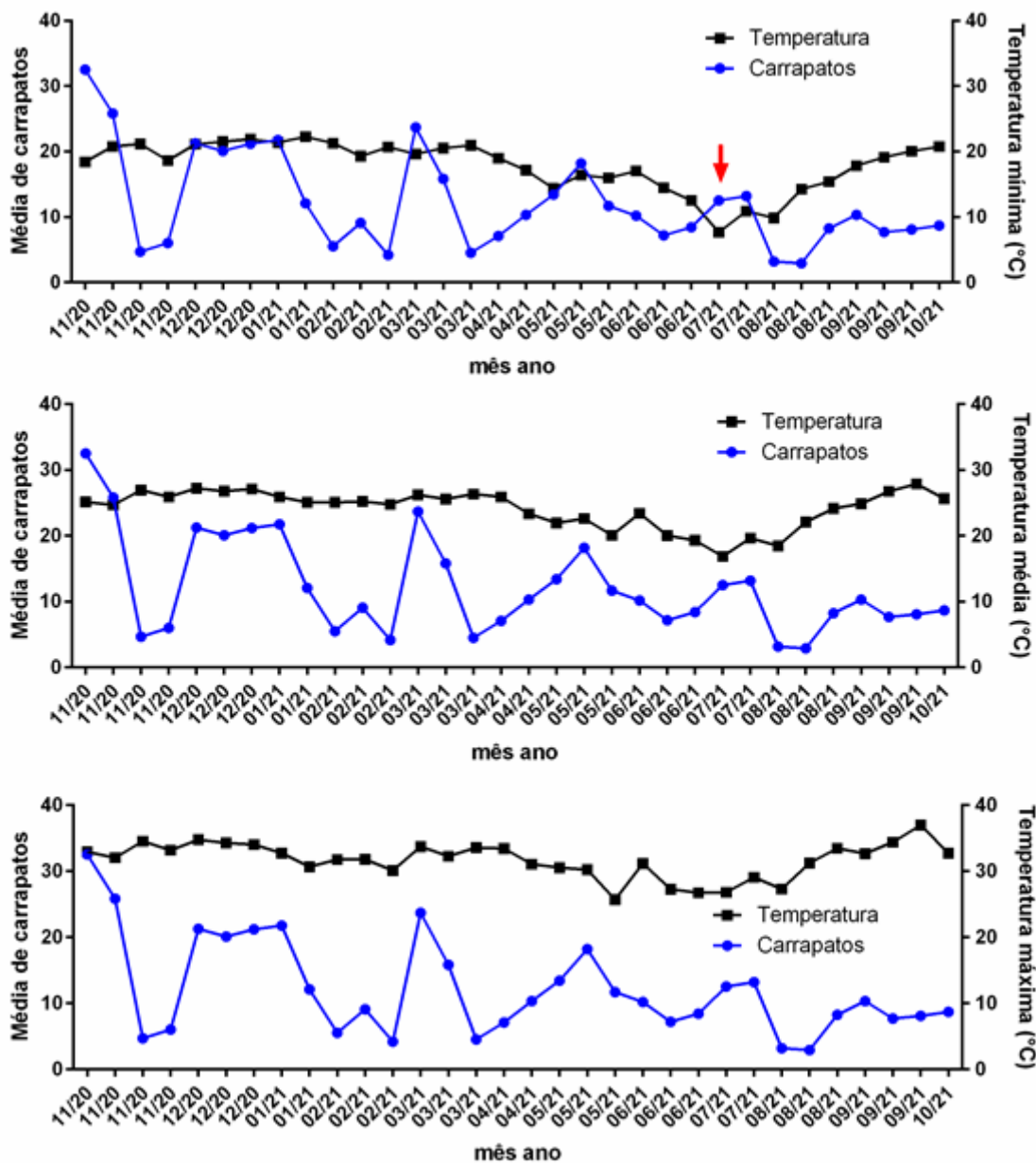


Figura 4. Valores médios de temperatura mínima, média e máxima para cada intervalo que antecede os dias de contagem de carrapatos e média da contagem de carrapatos do grupo controle. Seta vermelha indica períodos com ocorrência de geada.

As menores médias de carrapatos contadas no grupo controle ocorreram no mesmo período em que foram observados o menor acumulado de pluviosidade (mm), as menores médias de URA (%) no período com as menores médias de temperatura mínima, sendo que

as menores contagens pontualmente, aconteceram cerca de 30 a 45 dias após as geadas (D266=3,17 e D273=2,92).

Para avaliar a correlação entre as variáveis climáticas e a média da contagem de carrapatos no grupo controle observada 56 dias após, foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson (Tabela 2). A única variável climática que apresentou correlação positiva significativa foi a pluviosidade.

Tabela 2. Correlação de Pearson para variáveis climáticas e a média da contagem de carrapatos no grupo controle.

Variável climática*	Média de carrapatos no grupo controle 56 dias após	
	r	p
Pluviosidade	0,516	0,01
Umidade relativa do ar	0,213	ns
Temperatura mínima	0,233	ns
Temperatura média	0,160	ns
Temperatura máxima	0,149	ns

ns = não significativo. *médias de variáveis climáticas no período imediatamente anterior às contagens de carrapatos (7 ou 14 dias).

Houve diferença no ganho de peso final (D322) entre os três grupos, com valores médios de 115,38kg, 98,63kg e 76,40kg para os grupos CE2E, CE1E e controle, respectivamente (Fig. 5 e Tab. 3). Embora os animais tenham recebido suplementação proteico-energética, todos os grupos experimentais apresentaram perda de peso a partir do D168 (maio/2021), devido à diminuição na oferta de pastagens com o início do período de seca.

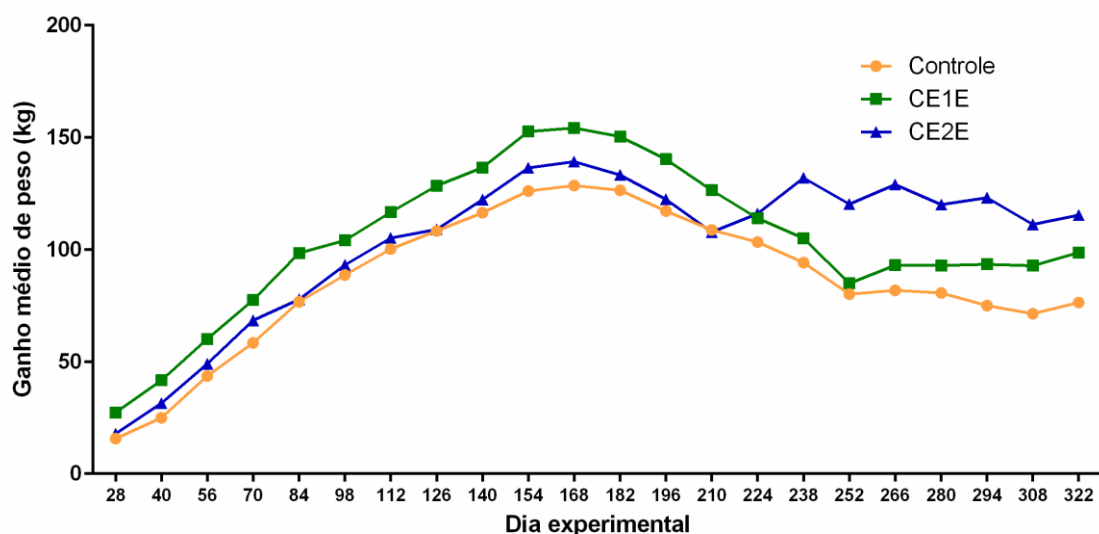


Figura 5. Ganho de peso médio (GPM) dos bovinos dos grupos controle, CE1E e CE2E, avaliados entre D28 e D322.

Tabela 3. Peso, ganho de peso médio (GPM) e erro padrão da média (EPM) dos bovinos dos grupos controle, CE1E e CE2E, avaliados entre D-2 e D322.

Dia	Controle				Fluralaner 1 estação				Fluralaner 2 estações			
	Peso (kg)	GPM (kg)	EPM		Peso (kg)	GPM (kg)	EPM		Peso (kg)	GPM (kg)	EPM	
-2	167,7				168,0				181,0			
28	183,5	15,75	2,18	a	195,4	27,33	2,62	b	198,8	17,83	1,75	ab
40	192,7	25,00	2,22	a	209,7	41,67	3,07	b	212,4	31,42	2,16	ab
56	211,3	43,63	2,47	a	228,2	60,13	2,25	b	230,0	49,00	1,54	ab
70	226,1	58,38	2,66	a	245,5	77,46	2,73	b	249,3	68,38	1,93	ab
84	244,4	76,71	2,53	a	266,5	98,46	3,41	b	258,8	77,79	1,59	a
98	256,3	88,63	2,85	a	272,2	104,13	3,73	b	274,1	93,13	1,76	ab
112	268,0	100,29	3,21	a	284,7	116,63	3,60	b	286,1	105,13	2,15	a
126	276,1	108,38	3,40	a	296,5	128,46	4,01	b	290,0	109,04	2,24	a
140	284,2	116,46	3,58	a	304,6	136,54	4,55	b	303,3	122,29	2,60	a
154	293,8	126,13	3,96	a	320,8	152,71	4,90	b	317,4	136,46	3,96	a
168	296,3	128,63	3,90	a	322,3	154,21	4,27	b	320,2	139,21	3,66	a
182	294,2	126,46	3,76	a	318,4	150,38	4,63	b	314,3	133,29	3,79	a
196	284,9	117,21	3,85	a	308,3	140,29	4,22	b	303,4	122,46	3,42	a
210	276,5	108,79	3,92	a	294,5	126,46	3,24	b	288,8	107,88	2,90	a
224	271,1	103,38	3,63	a	282,1	114,04	3,94	ab	297,0	116,04	3,01	b
238	261,9	94,21	3,82	a	273,1	105,04	4,64	a	313,0	132,04	3,40	b
252	247,8	80,13	3,48	a	253,0	84,96	3,68	a	301,3	120,29	3,68	b
266	249,5	81,79	3,76	a	261,1	93,04	4,08	b	310,0	129,04	3,42	c
280	248,3	80,63	3,85	a	261,0	92,96	3,46	b	301,1	120,13	3,10	c
294	242,8	75,04	3,93	a	261,5	93,46	3,69	b	304,2	123,21	3,84	c
308	239,2	71,46	3,24	a	260,8	92,79	3,10	b	292,2	111,21	2,93	c

322	244,1	76,38	3,50	a	266,7	98,63	3,94	b	296,3	115,38	2,87	c
-----	-------	-------	------	---	-------	-------	------	---	-------	--------	------	---

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha representam diferença estatística no ganho de peso médio pelo teste de comparações múltiplas de Tukey.

Os animais do grupo CE2E apresentaram ganho médio diário (GMD) de 0,36kg no D322 (Fig. 6), ficando significativamente superior ao grupo controle, que teve GMD de 0,24kg. O grupo CE1E obteve GMD intermediário entre o grupo controle e o grupo CE2E, apresentando 0,31kg, sendo estatisticamente diferente tanto do grupo controle como do grupo CE2E.

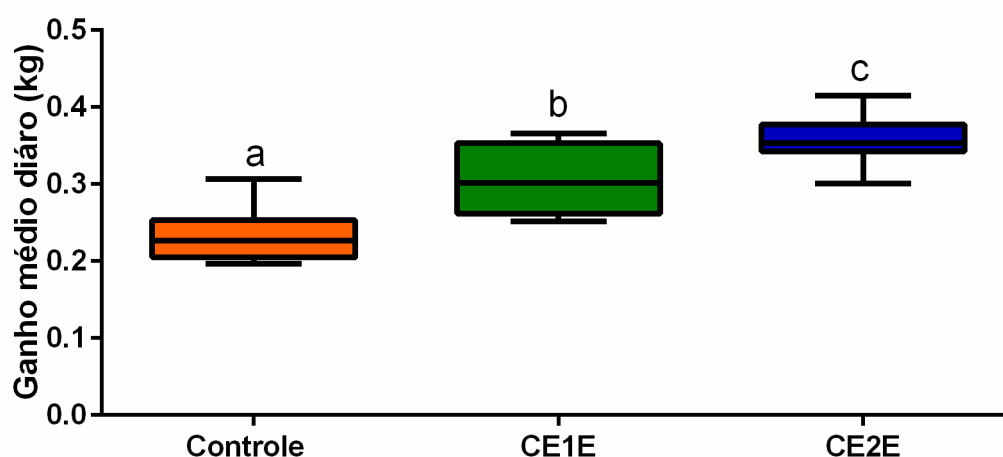


Figura 6. Boxplot, com quartil (1°, 2°, 3° e 4°) e mediana, ganho médio diário final de novilhas Nelore x Angus submetidos a dois protocolos de controle de carrapatos com fluralaner e do grupo controle. Letras diferentes significam diferença estatística pelo teste de comparações múltiplas de Tukey.

4. Discussão

Este estudo clínico controlado e randomizado demonstrou a elevada eficiência do fluralaner no controle estratégico do carrapato do boi em condições tropicais, além de comparar o efeito do esquema de controle estratégico tradicionalmente recomendado para a região do estudo, o controle estratégico inverno-primavera, a uma recomendação mais recente de tratamento em duas épocas do ano: inverno-primavera e outono-inverno, baseada

em dados mais recentes de mudanças de sazonalidade do carrapato em áreas tropicais e subtropicais.

Durante o período experimental, a região do estudo passou por um período de seca severa, o que prejudicou a oferta de pastagens e consequentemente o ganho de peso dos animais, resultando, inclusive em perda de peso a partir do D168. Esse período de estiagem também afetou negativamente o desafio ambiental de carrapatos a qual os animais estavam expostos, sendo observada redução nas médias de contagens de partenóginas nos animais do grupo controle. Essa foi a principal limitação do estudo.

A sazonalidade nos animais do grupo controle, com a ocorrência de cinco picos de infestação no período de um ano, fugiu um pouco do padrão esperado para a região geográfica, que seriam três ou quatro picos [11–13]. Gomes et al. [22], Cruz et al. [20] e Nicaretta et al. [19] em estudos avaliando a dinâmica populacional de *R. microplus*, também em áreas do cerrado brasileiro em Minas Gerais, São Paulo e Goiás, respectivamente, relataram um número maior de picos de infestação, com a ocorrência de novos picos durante o período que compreende o inverno, corroborando com o observado nesse estudo. Na região norte da Argentina, caracterizada como subtropical, também foi observado aumento no número de picos de infestação de carrapatos [16]. Uma hipótese para a ocorrência de um pico adicional no período de inverno seria o aumento da temperatura observada nos últimos 30 anos [19]. Porém, no presente estudo, o inverno foi seco e com temperaturas mínimas próximas a 1 °C, com a ocorrência de geadas.

As altas temperaturas do verão levam ao aumento no número de indivíduos, favorecendo um pico mais elevado de infestação durante o outono, diferente do observado no presente estudo, em que foi observado uma tendência de redução da intensidade dos picos, o que sugere um desenvolvimento de imunidade dos animais aos carrapatos. Similar

ao observado em estudo realizado por Cruz et al. [20], em que foram utilizados animais cruzados durante dois anos consecutivos e os picos observados no segundo ano foram menores do que no primeiro ano e por Martins et al. [23] em que o pico do outono foi menor do que os picos observados no verão, nos animais cruzados.

O protocolo de controle estratégico recomendado para o cerrado brasileiro prevê o tratamento dos animais com acaricidas a partir do final do inverno (início da estação chuvosa) até meados da primavera, com o intervalo e o número de tratamentos determinados de acordo com a molécula utilizada nos tratamentos [17]. no presente estudo, o protocolo de controle estratégico inverno-primavera resultou em controle da infestação por carrapatos até o final da estação chuvosa e início do período seco, D224, assim como observado em outros estudos [13, 18], porém, não foi suficiente para controlar o pico de carrapatos ocorrido durante o inverno.

Após aproximadamente 150 dias do último tratamento, no D231 o grupo CE1E, que foi submetido ao protocolo de controle estratégico inverno-primavera, apresentou infestação similar ao observado no grupo controle. Com base nisso justifica-se que seja realizado, em regiões de clima tropical e subtropical, sob condições que possibilitem a ocorrência de um pico de infestação por carrapatos durante o inverno, uma nova rodada de tratamentos objetivando o controle de *R. microplus* durante essa estação, sendo iniciado conforme foi realizado grupo CE2E, com tratamentos sendo realizados tanto no momento do protocolo de controle estratégico inverno-primavera, e adicionalmente em um segundo momento, ao final da estação chuvosa e início da estação seca, ou seja durante o final do outono e início do inverno (inverno-primavera e outono-inverno), dessa forma, controlando a infestação por carrapatos em bovinos ao longo de todo o ano, permitindo um maior ganho de peso dos animais.

Frente ao grave cenário de resistência de *R. microplus* aos carrapaticidas [4, 7, 24–29], uma nova molécula como o fluralaner pode ser uma das poucas alternativas químicas disponíveis. Essa isoxazolina não causou reação adversa nos animais avaliados nesse estudo e apresentou eficácia acima de 95% logo no 3º DPT e, quando aplicado três vezes a intervalos de 42 dias, manteve percentuais de eficácia elevados por aproximadamente 150 dias após o último tratamento do grupo CE1E, grupo que foi submetido ao o protocolo de controle estratégico inverno-primavera, e por cerca de 70 dias após o último tratamento do o protocolo de controle estratégico inverno-primavera e outono-inverno (grupo CE2E), controlando o *Rhipicephalus* ao longo de todo o ano experimental.

Após a conclusão dos dois protocolos de três tratamentos, foi observado efeito prolongado do Fluralaner 5% no controle de *R. microplus* sugerindo um controle ambiental eficaz por meio da utilização desta molécula. De acordo com Nicaretta et al. [30] o tempo estimado de re-infestação por *R. microplus* nas pastagens é de 60 dias, corroborando com o que foi observado no presente estudo.

Com esse novo protocolo, além do controle do carrapato ao longo de todo o ano nesse grupo experimental, também foi observado maior ganho de peso quando comparado aos grupos controle e CE1E, o que corrobora com Calvano et al. [31], demonstrando que com o controle eficaz do carrapato dos bovinos permite um aumento no ganho de peso desses animais, aumentando a produtividade de rebanhos destinados principalmente para a produção de carne.

5. Conclusão

O protocolo de controle estratégico inverno-primavera com fluralaner 5% resultou em controle de *R. microplus* durante todo o período chuvoso, por 224 dias, até o início do período de seca. Porém, para controlar um possível quinto pico de infestação, ocorrido no período seco, recomenda-se uma segunda bateria de tratamentos no outono-inverno, resultando também em maior ganho de peso dos animais.

6. Referências bibliográficas

1. Canestrini G. Intorno ad alcuni acari ed opilionidi dell’America. Atti della Società Veneto-Trentina di Scienze Naturali, Padua, 1888;11(1):100–11.
2. Castro JJ. Sustainable tick and tick-borne disease control in livestock improvement in developing countries. *Veterinary Parasitology*. 1997;71:77–97.
3. León AAP, Teel PD, Li A, Ponnusamy L, Roe RM. Advancing integrated tick management to mitigate burden of tick-borne diseases. *Advancing Integrated Tick Management*. 2014;382–9.
4. Reck J, Klafke GM, Webster A, Dall’agnol B, Scheffer R, Souza UA, et al. First report of fluazuron resistance in *Rhipicephalus microplus*: A field tick population resistant to six classes of acaricides. *Veterinary Parasitology*. 2014;201:128–36.
5. Hüe T, Berger A, Wang HH, Grant WE, Teel PD, de León AAP. Integrated control of the cattle tick, *Rhipicephalus australis* (Acari: Ixodidae), in New Caledonia through the pasture and cattle management method. *Parasitology Research*. 2021;120(8):2749–58.
6. Grisi L, Leite RC, Martins JRS, Barros ATM, Andreotti R, Cançado PHD, et al. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*. 2014;23(2):150–6.

- 994 7. Klafke GM, Webster A, Dall'agnol B, Pradel E, Silva J, Canal LHL, et al. Multiple
995 resistance to acaricides in fiels populations of *Rhipicephalus microplus* from Rio Grande do
996 Sul state, Southern Brazil. Ticks and Tick-borne Diseases. 2017;8:73–80.
- 997 8. Massena LMV. 2018. Status da susceptibilidade de *Rhipicephalus microplus* a
998 ivermectina, fipronil e fluazuron em Mato Grosso do Sul. Dissertação de Mestrado em
999 Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS.
1000 44p.
- 1001 9. Valsoni LM, Freitas MG, Echeverria JT, Borges DGL, Tutija JF, Borges FA. Resistance
1002 to all chemical groups of acaricides in a single isolate of *Rhipicephalus microplus* in Mato
1003 Grosso do Sul, Brazil. International Journal of Acarology. 2020;1-5.
- 1004 10. Zhou X, Hohman AE, Hsu WH. Current review of isoxazoline ectoparasitocides used in
1005 veterinary medicine. Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics. 2022;45:1–15.
- 1006 11. Furlong J. Carrapato: problemas e soluções. 1ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite.
1007 2005;65p.
- 1008 12. Cruz B.C. 2017. Aspectos ecológicos, biológicos e de resistência de *Rhipicephalus*
1009 (*Boophilus*) *microplus* (Acari: Ixodidae) na região de Jaboticabal, São Paulo, Brasil. Tese de
1010 Doutorado em Medicina Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,
1011 Unesp, Jaboticabal, SP. 146p.
- 1012 13. Morel N, Signorini ML, Mangold AJ, Guglielmone A, Nava S. Strategic control of
1013 *Rhipicephalus (Boophilus) micruplus* infestation on beef cattle grazed in *Panicum maximum*
1014 grasses in a subtropical semi-arid region of Argentina. Preventive Veterinary Medicine.
1015 2017;144:179–83.
- 1016 14. Evans D E. Tick infestation of livestock and tick control methods in Brazil: A situation
1017 report. International Journal of Tropical Insect Science. 1992;13(4):629-43.

15. Furlong J, Martins JRS, Prata MCA. Carrapato dos bovinos: controle estratégico nas diferentes regiões brasileiras. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003;6p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 36).
16. Nava S, Mastropaolo M, Guglielmone AA, Mangold AJ. Effect of deforestation and introduction of exotic grasses as livestock forage on population dynamics of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) in northern Argentina. Research in Veterinary Science. 2013;95:1046–54.
17. Andreotti R, Koller WW, Garcia MV. Carrapatos: protocolos e técnicas para estudo. Brasília, DF: Embrapa, 2016;217p.
18. Nava S, Toffaletti JR, Morel N, Guglielmone AA, Mangold AJ. Efficacy of winter-spring strategic control against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* infestations on cattle in an area with ecological conditions highly favourable for the tick in northeast Argentina. Medical and Veterinary Entomology. 2019;33(2):312–6.
19. Nicaretta JE, Zapa DMB, Couto LFM, Heller LM, Cavalcante ASA, Cruvinel LB, et al. *Rhipicephalus microplus* seasonal dynamic in a Cerrado biome, Brazil: Na update data considering the global warming. Veterinary Parasitology. 2021;296(109506):1–10.
20. Cruz BC, Mendes AFL, Maciel WG, Santos IB, Gomes LVC, Filippelli G, 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. 2020;1–10.
21. Wharton RH, Utech KBW. The relation between engorgement and dropping of *Boophilus microplus* (Canestrini) (Ixodidae) to the assessment of tick numbers on cattle. Journal of Australian Entomology Society. 1970;9:171–182.
22. Gomes LVC, Lopes WDZ, Teixeira WFP, Maciel WG, Cruz BC, Felippelli G, et al. Population dynamics and evaluation of the partial selective treatment of crossbreed steers

- naturally infested with *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in a herd from the state of Minas Gerais in Brazil. *Veterinary Parasitology*. 2016;220:72–6.
23. Martins KR, Garcia MV, Bonatte-Junior P, Duarte PO, Higa LOS, Csordas BG, et al. Correlação entre carrapatos *Rhipicephalus microplus* e infecção por *Anaplasma marginale* em várias raças bovinas no Brasil. *Experimental and Applied Acarology*. 2020;80:585–98.
24. Castro-Janer E, Rifran L, González P, Piaggio J, Gil A, Schumaker TTS. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) resistance to fipronil in Uruguay evaluated by in vitro bioassays. *Veterinary Parasitology*. 2010;169:172–7.
25. Rodríguez-Vivas RI, Pérez-Cogollo LC, Rosado-Aguilar JA, Ojeda-Chi MM, Trinidad-Martínez I, Miller RJ, et al. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* resistant to acaricides and ivermectin in cattle farms of Mexico. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*. 2014;23(2):113–22.
26. Tabor AE, Ali A, Rehman G, Garcia GR, Zangirolamo AF, Malardo T, et al. Cattle tick *Rhipicephalus microplus*-Host interface: A review of resistant and susceptible host responses. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2017;7(506):1–18.
27. Miraballes C, Riet-Correa F. A review of the history of research and control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, babesiosis and anaplasmosis in Uruguay. *Experimental and Applied Acarology*. 2018;75:383–98.
28. Kumar R, Sharma AK, Ghosh S. Menace of acaricide resistance in cattle tick, *Rhipicephalus microplus* in India: Status and possible mitigation strategies. *Veterinary Parasitology*. 2020;278(108993):1–10
29. Dzemo WD, Thekisoe O, Vudriko P. Development of acaricide resistance in tick populations of cattle: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*. 2022;8(e08718):1–16.

- 1066 30. Nicaretta, JE, Santos JB, Couto LFM, Heller, LM, Cruvinel LB, Melo Júnior RD, et al.
1067 Evaluation of rotational grazing as a control strategy for *Rhipicephalus microplus* in a
1068 tropical region. Research in Veterinary Science. 2020;131: 92–7.
- 1069 31. Calvano MPCA, Brumatti RC, Garcia MV, Barros JC, Andreotti R. Economic efficiency
1070 of *Rhipicephalus microplus* control and effect on beef cattle performance in the Brazilian
1071 Cerrado. Experimental and Applied Acarology. 2019;79:459-71.

CAPÍTULO III

6. CONCLUSÕES GERAIS

A aplicação do protocolo de controle estratégico inverno-primavera com fluralaner 5%, a intervalos de 42 dias entre os tratamentos, a partir do início da estação chuvosa, resultou em controle de *R. microplus* por aproximadamente 224 dias. Nas regiões em que é observado infestação dos bovinos por carrapatos durante o período seco, um novo protocolo com três tratamentos, com intervalos de 42 dias, a partir do final do período chuvoso, no final do outono e início do inverno, é eficaz para se manter o controle de *R. microplus* durante o ano todo, favorecendo maior ganho de peso dos animais, sendo indicados para regiões e em anos com condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do carrapato durante o outono e inverno.

7. IMPACTO ECONÔMICO, SOCIAL, TECNOLÓGICO E/OU INOVAÇÃO

O presente trabalho tem como principal impacto econômico o controle mais efetivo do carrapato bovino, ao longo de todo o ano, tendo em vista que as mudanças climáticas ambientais observadas nos últimos anos, têm favorecido a ocorrência de picos de infestação de *R. microplus* nos bovinos durante o período tido como inverno, momento em que anteriormente não eram observadas infestações parasitárias nos animais. Além de se tratar de uma atualização ao protocolo de controle estratégico já estabelecido para regiões de clima tropical, que foi desenvolvido em um momento em que não era observado a infestação dos animais durante o inverno.

Como impacto tecnológico pode ser descrito a utilização de uma nova molécula, o Fluralaner 5%, para o controle de *R. microplus*, sendo uma nova alternativa química para o controle eficaz do carrapato dos bovinos, bem como uma recomendação de utilização da respectiva molécula, o que pode influenciar retardando os relatos de populações de *R. microplus* resistentes.

