



**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\\_externo=0](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_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

Referência: Processo nº 23104.020335/2020-33

SEI nº 2120272



## 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, Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> 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 zero, 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-season 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. Isoxazolinas.....	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 AREA TROPICAL.....	28
---	----

### CAPITULO III

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

## 75 1. INTRODUÇÃO

76

77 A infestação por carrapatos está entre os principais impactos econômicos na  
78 bovinocultura, tanto de corte como de leite, sendo *Rhipicephalus* spp. o principal  
79 ectoparasito de bovinos (CASTRO, 1997; LEÓN et al., 2014; HÜE et al., 2021). A  
80 espécie *R. microplus* é a que tem maior ocorrência em regiões de clima tropical e  
81 subtropical em todo o mundo (RECK et al., 2014; CRUZ, 2017). As perdas  
82 econômicas de forma direta, como diminuição no ganho de peso e queda na  
83 produção de leite, geram um impacto estimado em US\$ 3,24 bilhões (GRISI et al,  
84 2014) sem levar em conta os gastos com acaricidas e manejos que são necessários  
85 para o controle da infestação, e também com despesas que ocorrem devido a  
86 transmissão de outras enfermidades que podem ser transmitidas pelos carrapatos.

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

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

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

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

110 A partir dessa dinâmica populacional anual, foram desenvolvidos protocolos  
111 de controle estratégico com objetivo de atuar sobre o primeiro pico de infestação,  
112 levando ao achatamento da curva de infestação no período de verão e outono, que  
113 são mais favoráveis ao *R. microplus* (FURLONG et al, 2003; ANDREOTTI et al.,  
114 2016).

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

124 Estudos recentes, evidenciam que devido aumento das temperaturas  
125 médias durante o período de inverno, possa estar ocorrendo um quinto pico de  
126 infestação durante a estação mais fria (NICARETTA et al., 2021; CRUZ et al.,  
127 2020). A partir dessa evidência o presente trabalho tem como objetivo desenvolver  
128 um novo protocolo de controle estratégico, com tratamentos em duas estações do  
129 ano (inverno-primavera e verão-outono).

130 **2. OBJETIVOS**

131

132 **2.1. Objetivo Geral**

133

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

138

139 **2.2. Objetivos Específicos**

140

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

151 **3. REVISÃO DE LITERATURA**

152

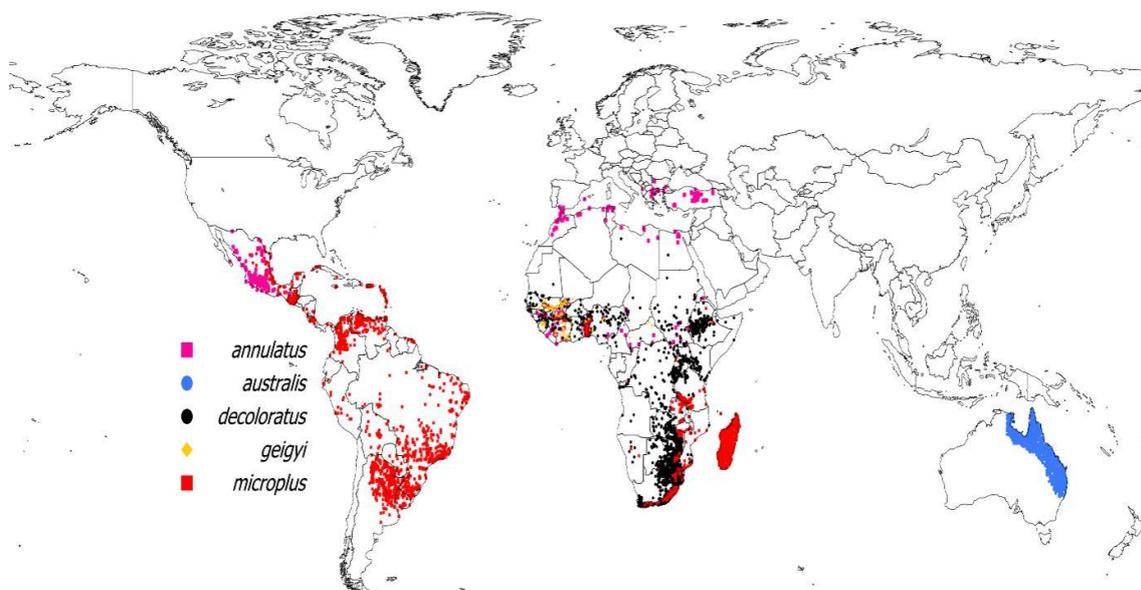
153 **3.1. *Rhipicephalus microplus***

154

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

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

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



179

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

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

- 183 • Reino: Animalia;
- 184 • Filo: Arthropoda;
- 185 • Classe: Arachnida;
- 186 • Subclasse: Acari;
- 187 • Corte: Parasitiformes;
- 188 • Ordem: Ixodida;
- 189 • Família: Ixodidae;
- 190 • Subfamília: Rhipicephalinae;
- 191 • Gênero: *Rhipicephalus*
- 192 • Subgênero: *Boophilus*
- 193 • Espécie: *Rhipicephalus microplus*

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

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

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

213

### 214 **3.2. Ciclo biológico de *R. microplus***

215

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

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

226 As larvas de *R. microplus* normalmente realizam busca passiva pelo  
227 hospedeiro, isto é, esperam até o momento que o hospedeiro se aproxima e elas  
228 possam então subir e se fixarem, esse período tem duração de aproximadamente  
229 1 hora (RIEK, 1965). Após cerca de sete dias, as larvas realizam a primeira muda,

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

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

241 Após o desprendimento das teleógenas, inicia-se a fase de vida não  
242 parasitária, que é também a fase que os carrapatos sofrem as maiores  
243 interferências climáticas e ambientais. As teleógenas no ambiente necessitam de  
244 um período de 2 a 3 dias de maturação dos ovários para ter início a postura dos  
245 ovos. Nesse período, elas procuram um local com umidade e temperaturas ideais  
246 (80% e 25 °C, respectivamente), em condições laboratoriais, controladas, essa fase  
247 tem duração de 15 dias (MAGALHÃES e LIMA, 1992; MASTROPAOLO et al.,  
248 2017).

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

258

### 259 **3.3. Dinâmica populacional em regiões de clima tropical semi-úmido**

260

261 A região do cerrado brasileiro tem o clima classificado como tropical, semi-  
262 úmido com verões chuvosos e invernos secos, nestas condições são relatadas a  
263 existência de três ou quatro gerações de carrapatos anuais (FURLONG, 2005;  
264 CRUZ, 2017; MOREL et al.; 2017). Os picos de infestações nos animais são o  
265 momento em que os animais apresentam maior número de carrapato. O primeiro  
266 pico, ocorre entre o período final do inverno e o início da primavera, associado ao  
267 período de início das chuvas após o inverno, sendo essas larvas provenientes que  
268 teleógenas que se desprenderam dos bovinos no início do inverno, e por condições  
269 climáticas desfavoráveis, déficit de saturação elevado, ocorre um atraso na eclosão  
270 dos ovos e maturação das larvas (FURLONG, 2005; NAVA et al., 2013; CRUZ,  
271 2017, NICARETTA et al., 2021).

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

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

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

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

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

299

### 300 **3.4. Resistência aos acaricidas**

301

302 Resistência pode ser definida como uma condição hereditária que  
303 caracteriza diminuição da susceptibilidade de um organismo frente a determinado  
304 princípio ativo, fazendo com que esses organismos sobrevivam a doses  
305 anteriormente letais para a mesma espécie ou população (FAO, 2004; DEVANEY,  
306 2013).

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

315 Como agravante dessa situação, existe o desenvolvimento de populações  
316 multirresistentes. Frequentemente são relatadas populações multirresistentes na  
317 América Latina, sobretudo na Colômbia (BENAVIDES et al., 2000), México  
318 (FERNÁNDEZ-SALAS et al., 2012) e no Brasil (RECK et al., 2014; HIGA et al.,  
319 2015; KAFKE et al., 2017), inclusive na região Centro-Oeste brasileiro (VALSONI  
320 et al., 2020).

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

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

326

### 327 **3.5. Isoxazolinias**

328

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

337 As isoxazolinias possuem atividade de inibição dos canais de cloreto, que  
338 são controlados por ácido-gama-aminobutírico (GABA) e por glutamato, tendo  
339 menor ação no segundo, principalmente quando comparado a ação das lactonas  
340 macrocíclicas (GASSEL et al., 2014). GABA e glutamato atuam estimulando o  
341 influxo de cloreto no tecido pós-sináptico, o que leva a hiperpolarização impedindo  
342 a geração de um potencial de ação. As isoxazolinias agem inibindo a ação  
343 moduladora de GABA e glutamato, ligando-se no tecido pós-sináptico, levando a  
344 uma prevenção do influxo de cloreto desencadeando uma despolarização, fazendo  
345 com que ocorra a paralisia e morte do parasito (OZOE et al., 2010; GASSEL et al.,  
346 2014).

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

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

363

### 364 **3.6. Controle estratégico**

365

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

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

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

385 Na Argentina, foi avaliada a eficiência do controle estratégico “winter-spring”,  
386 utilizando bovinos com aptidão para corte, foram realizados três tratamentos com  
387 diferentes princípios ativos, entre os meses de setembro a dezembro,  
388 demonstrando eficácia no controle de *R. microplus* com redução significativa no  
389 número de carrapatos, quando comparados com o grupo controle (MOREL et al.,  
390 2017). Resultado similar foi encontrado por Nava et al. (2019), que avaliaram a  
391 eficácia de dois protocolos de tratamento, o primeiro considerando três tratamentos  
392 e o segundo sendo adicionado um quarto tratamento. Nos dois protocolos os  
393 tratamentos foram realizados entre o final do inverno e o início da primavera,  
394 entretanto, não houve diferença significativa entre os protocolos com três e quatro  
395 tratamentos, os dois foram eficazes na prevenção do maior pico de infestação, no  
396 outono. Contudo nos dois estudos foram consideradas apenas três gerações  
397 anuais de carrapato acometendo os bovinos.

398 **4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 399 ALI, A.; PARIZI, L. F.; FERREIRA, B. R. *et al.* A revision of two distinct species of  
400 *Rhipicephalus*: *R. microplus* and *R. australis*. **Ciência Rural**. 46(7): 1240-1248.  
401 2016.
- 402 ANDREOTTI, R.; KOLLER, W.W.; GARCIA, M.V. **Carrapatos: protocolos e**  
403 **técnicas para estudo**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 217p.
- 404 BENAVIDES, E.; RODRÍGUEZ, J. L.; ROMERO, A. Isolation and partial  
405 characterization of the montecitos strain of *Boophilus microplus* (Canestrini, 1877)  
406 multiresistant to different acaricides. **Annals New York Academy of Sciences**.  
407 916(1): 668-71. 2000.
- 408 BLAGBURN, B. L.; DRYDEN, M. W.; Biology, treatment, and control of flea and tick  
409 infestations. **Veterinary Clinics Small Animals**. 39: 1173-2000. 2009.
- 410 BRAGA, A. G. S.; LIMA, R. A.; CELESTINO, C. O. *et al.* Tick *Rhipicephalus*  
411 *microplus* Canestrini: Biological, morphological and biological activity. **REGET**.  
412 21(1): 88-96. 2017.
- 413 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n.48, de 16  
414 de maio de 1997. **Regulamento técnico para licenciamento e/ou renovação de**  
415 **licença de produtos antiparasitários de uso veterinário**. Diário Oficial da União.  
416 1997.
- 417 BURGER, T. D.; SHAO, R.; BARKER, S. C. Phylogenetic analysis of mitochondrial  
418 genome sequences indicates that the cattle tick, *Rhipicephalus* (*Boophilus*)  
419 *microplus*, contains a cryptic species. **Molecular Phylogenetics and Evolution**.  
420 2014.
- 421 CANESTRINI, G. Intorno ad alcuni acari ed opilioni dell'America. **Atti della**  
422 **Società Veneto-Trentina di Scienze Naturali**, Padua, 11(1): 100-111. 1888.
- 423 CASTRO, J. J. Sustainable tick and tick-borne disease control in livestock  
424 improvement in developing countries. **Veterinary Parasitology**. 71: 77–97. 1997.
- 425 CASTRO-JANER, E.; RIFRAN, L.; GONZÁLEZ, P. *et al.* *Rhipicephalus* (*Boophilus*)  
426 *microplus* (Acari: Ixodidae) resistance to fipronil in Uruguay evalu-ated by in vitro  
427 bioassays. **Veterinary Parasitology**. 169: 172–7. 2010.
- 428 COTTON, E.C. The North American fever tick. **Agricultural Experiment Station of**  
429 **the University of Tennessee**. 113(1): 33–67. 1915.
- 430 CRUZ, B. C. **Aspectos ecológicos, biológicos e de resistência de**  
431 ***Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Acari: Ixodidae) na região de**  
432 **Jaboticabal, São Paulo, Brasil**. 2017. 146p. Tese (Doutorado em Medicina  
433 Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Unesp, Jaboticabal,  
434 SP. 2017.
- 435 CRUZ, B.C.; MENDES, A.F.L.; MACIEL, W.G. *et al.* Biological parameters for  
436 *Rhipicephalus microplus* in the field and laboratory and estimation of its annual  
437 number of generations in a tropical region. **Parasitology Research**. 1-10. 2020.

- 438 DEVANEY, E. Genetic and genomic approaches to understanding drug resistance  
439 in parasites. **Parasitology**. 140: 1451-1454. 2013.
- 440 ESTRADA-PEÑA, A.; VENZAL, J. M.; NAVA, S. *et al.* Reinstatement of  
441 *Rhipicephalus (Boophilus) australis* (Acari: Ixodidae) with redescription of the adult  
442 and larval stages. **Journal of Medical Entomology**. 49(4): 794-802. 2012.
- 443 EVANS, D. E. Tick infestation of livestock and tick control methods in Brazil: A  
444 situation report. **International Journal of Tropical Insect Science**. 13(4): 629-43.  
445 1992.
- 446 FAO. **Guidelines: Resistance Management and Integrated Parasite Control in**  
447 **Ruminants**. Roma: Food and Agriculture Organization, 2004. Disponível em: <  
448 <https://www.fao.org/publications/card/en/c/AG014E/>>. Acesso em: 21 mar. 2022.
- 449 FERNÁNDEZ-SALAS, A.; RODRÍGUEZ-VIVAS, R. I. ALONSO-DÍAZ, M. A. First  
450 report of a *Rhipicephalus microplus* tick population multi-resistant to acaricides and  
451 ivermectin in the Mexican tropics. **Veterinary parasitology**. 183(3-4): 338-342.  
452 2012
- 453 FURLONG, J.; MARTINS, J.R.S.; PRATA, M.C.A. **Carrapato dos bovinos:**  
454 **controle estratégico nas diferentes regiões brasileiras**. Juiz de Fora: Embrapa  
455 Gado de Leite, 2003. 6p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 36).
- 456 FURLONG, J. **Carrapato: problemas e soluções**. 1ed. Juiz de Fora: Embrapa  
457 Gado de Leite. 2005. 65p.
- 458 GASSEL, M.; WOLF, C.; NOACK, S. *et al.* The novel isoxazoline ectoparasiticide  
459 fluralaner: Selective inhibition of arthropod g-aminobutyric acid- and L-glutamate-  
460 gated chloride channels and insecticidal/acaricidal activity. **Insect Biochemistry**  
461 **and Molecular Biology**. 45: 111-124. 2014.
- 462 GOMES, L.V.C.; LOPES, W.D.Z.; TEIXEIRA, W.F.P. *et al.* Population dynamics and  
463 evaluation of the partial selective treatment of crossbreed steers naturally infested  
464 with *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in a herd from the state of Minas Gerais  
465 in Brazil. **Veterinary Parasitology**. 220: 72-76. 2016.
- 466 GRISI, L.; LEITE, R.C.; MARTINS, J.R.S. *et al.* Reassessment of the potential  
467 economic impact of cattle parasites in Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary**  
468 **Parasitology**. 23(2): 150-156. 2014.
- 469 GONZÁLES, J.C. **O controle do carrapato dos bovinos**. Porto Alegre: Sulina,  
470 1975. 103p.
- 471 \_\_\_\_\_. O carrapato dos bovinos *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887): revisão  
472 histórica e conceitual. **Hora Vet**. 21(125): 23–28. 2002.
- 473 GUGLIELMONE, A. A.; ROBBIN, R. G.; APANASKEVICH, D. A. *et al.* The  
474 Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida) of the world: a list of valid  
475 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.**

- 557 2008. 106p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,  
558 Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal-SP. 2008.
- 559 PEREIRA, M. C.; LABRUNA, M. B.; SZABÓ, M. P. J. *et al.* ***Rhipicephalus***  
560 **(*Boophilus*) *microplus***: biologia, controle e resistência. São Paulo: MedVet, 2008.
- 561 RECK, J.; KLAFKE, G. M.; WEBSTER, A. *et al.* First report of fluazuron resistance  
562 in *Rhipicephalus microplus*: A field tick population resistant to six classes of  
563 acaricides. **Veterinary Parasitology**. 201: 128-136. 2014.
- 564 RIEK, R.F. The cattle tick and tick fever. **Australian Journal of Zoology**. 41: 211–  
565 215. 1965.
- 566 SCHORDERET-WEBER, S.; NOACK, S.; SELZER, P. M. *et al.* Blocking  
567 transmission of vector-borne diseases. **International Journal for Parasitology:**  
568 **Drugs and Drug Resistance**. 7: 90-109. 2017.
- 569 TAYLOR, M. A.; COOP, R. L.; WALL, R. L. **Parasitologia Veterinária**. 4ed. Rio de  
570 Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. 3789p.
- 571 VALSONI, L. M.; FREITAS, M. G.; ECHEVERRIA, J. T. *et al.* Resistance to all  
572 chemical groups of acaricides in a single isolate of *Rhipicephalus microplus* in Mato  
573 Grosso do Sul, Brazil. **International Journal of Acarology**. 1-5. 2020.
- 574 VERÍSSIMO, C. J. Controle biológico do carrapato do boi, *Rhipicephalus microplus*,  
575 no Brasil. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e**  
576 **Zootecnia do CRMV-SP**. 11(1): 14-23. 2013.
- 577 WALLADE, S.M.; RICE, M.J. The sensory basis of tick feeding behaviour. In:  
578 OBBECHAIN, F.D.; GALUN, R. (Ed.). **Physiology of ticks**. Oxford: Pergamon  
579 Press, 1982. p. 71-117.
- 580 WILKINSON, P. R. Observations on the sensory physiology and behaviour of larvae  
581 of the cattle tick *Boophilus microplus* (Canestrini) (Ixodidae). **Australian Journal of**  
582 **Zoology**. 1(3): 345-356. 1953.
- 583 ZHOU, X.; HOHMAN, A. E.; HSU, W. H. Current review of isoxazoline  
584 ectoparasiticides used in veterinary medicine. **Journal of Veterinary**  
585 **Pharmacology and Therapeutics**. 45: 1–15. 2022.

586 **CAPÍTULO II**

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

590 O presente artigo foi formatado de acordo com as normas de formatação  
591 para publicação na revista “*Parasites and Vectors*” (Link:  
592 [https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/submission-guidelines/preparing-](https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/submission-guidelines/preparing-your-manuscript/research)  
593 [your-manuscript/research](https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/submission-guidelines/preparing-your-manuscript/research)). As figuras e tabelas foram inseridas no texto, diferente  
594 do indicado pela revista, para facilitar a compreensão dessa dissertação pelo leitor.  
595

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

599 **Guilherme Henrique Reckziegel<sup>1,2</sup>, Mariana Green de Freitas<sup>1</sup>, Juliane Francielle**  
600 **Tutija<sup>1</sup>, Vinícius Duarte Rodrigues<sup>1</sup>, Dyego Gonçalves Lino Borges<sup>1</sup>, Daniel de Castro**  
601 **Rodrigues<sup>3</sup>, Heitor de Oliveira Arriero Amaral<sup>3</sup>, Fernando de Almeida Borges<sup>1\*</sup>**

602 **<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul,**  
603 **BR.**

604 **<sup>2</sup>Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, BR.**

605 **<sup>3</sup>MSD Saúde Animal, São Paulo, São Paulo, BR.**

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

607 **GHR: ghreckziegel@gmail.com**

608 **MGF: marianagreenf@gmail.com**

609 **JFT: juliane\_tutija@hotmail.com**

610 **VDR: vinidr15@gmail.com**

611 **DGLB: dyegoborges@hotmail.com**

612 **DCR: daniel.rodrigues2@merck.com**

613 **HOAA: heitor.amaral@merck.com**

614

## 615 **RESUMO**

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

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

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

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

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

644 **Palavras-chave:** bovinocultura, carrapato, isoxazolinias.

## 645 **1. Introdução**

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

650 A principal forma de controle realizada a campo é utilizando fármacos acaricidas,  
651 entretanto, devido ao uso intenso é crescente o número de relatos de resistência aos fármacos  
652 comercializados, sendo relatadas cepas com resistência múltipla [4. 7–9]. O fluralaner, uma  
653 molécula pertencente à classe de compostos das isoxazolinias, amplamente utilizado para o  
654 controle de ácaros e insetos em animais de companhia, possui longo período de ação, rápida  
655 absorção e amplo espectro [10], sendo uma nova alternativa para o controle de *Rhipicephalus*  
656 spp. em bovinos. Para maximizar os resultados e retardar os efeitos de resistência, tal  
657 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**

## 682 **2.1 Local e período do estudo**

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

688 A área experimental foi constituída de três piquetes com formação mista por  
689 *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria humidicola*, com 10 hectares cada, onde foram alojados  
690 12 animais, com a taxa de lotação no início do estudo de aproximadamente 0,4UA/Ha e de  
691 0,8UA/Ha ao término.

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

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

## 697 **2.2 Delineamento experimental**

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

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

## 705 **2.3 Tratamentos**

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

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

717 Os animais do grupo CE1E receberam três tratamentos com a formulação comercial,  
718 em intervalos de 42 dias a partir do início de novembro, período em que houve aumento nos  
719 índices pluviométricos. Os tratamentos ocorreram nas datas 11/11/2020, 21/12/2020 e  
720 03/02/2021.

721 Os animais do grupo CE2E receberam os mesmos três tratamentos com Fluralaner  
722 5% no início da estação chuvosa, realizados para o grupo CE1E e outros três tratamentos na  
723 transição entre o período de chuvas e época de seca, realizados em: 12/05/2021; 23/06/2021;  
724 e 04/08/2021.

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

728 Todos os animais foram everminados com levamisol (Ripercol®), na dose de  
729 1mL/40kg de PV, no dia zero. Ao longo de todo o período experimental foram monitorados

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

#### 732 **2.4 Procedimentos analíticos**

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

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

#### 744 **2.5 Eficácia carrapaticida**

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

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

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

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

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

759

## 760 **2.6 Dados climáticos**

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

## 768 **2.7 Análise estatística**

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

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

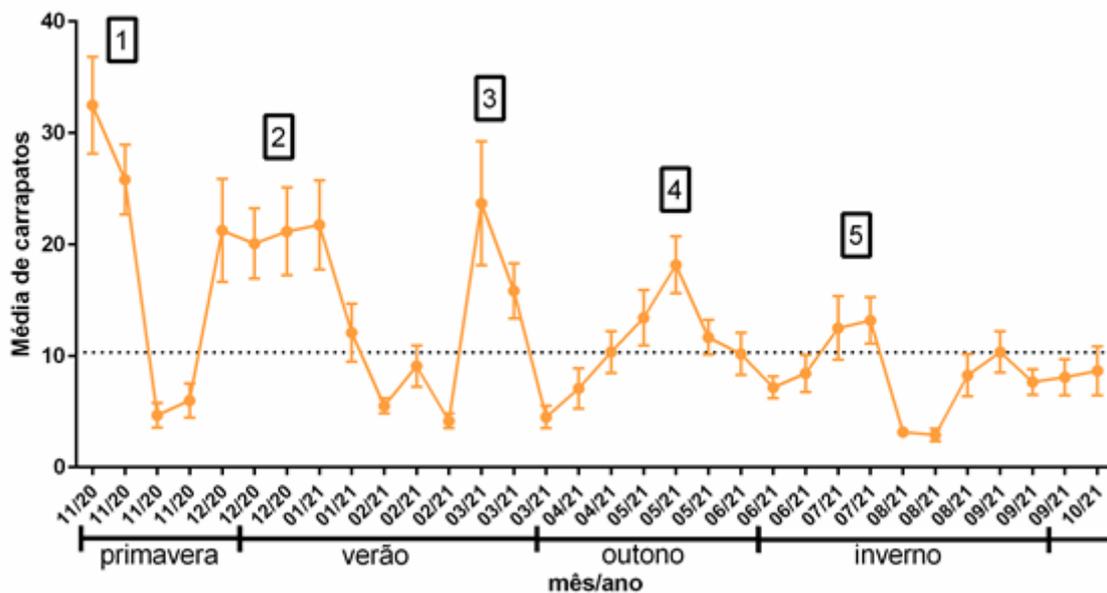
777 O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para avaliar a relação entre as  
778 variáveis climáticas (umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, temperatura média,  
779 temperatura mínima e temperatura máxima) e as médias de carrapatos 56 dias após,  
780 considerando o tempo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

782 Todas as análises foram realizadas com uso do programa GraphPad Prism version  
783 6.0 para Windows (GraphPad Software, San Diego, Califórnia, E.U.A.,  
784 [www.graphpad.com](http://www.graphpad.com)).

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

### 790 **3. Resultados**

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



798

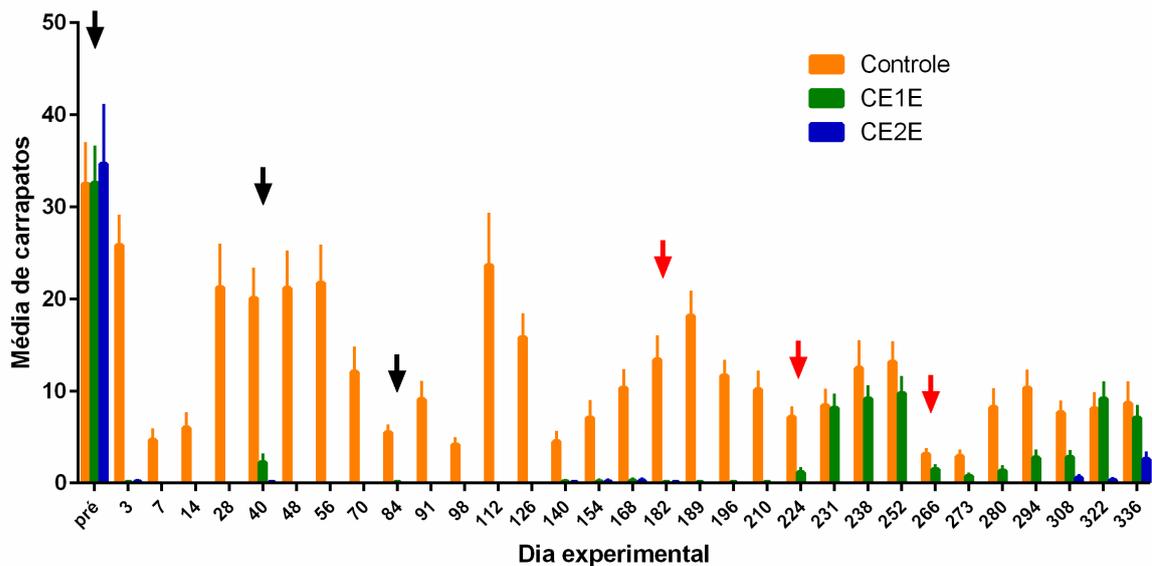
799 Figura 1. Médias e erro padrão da média de carrapatos em cada dia de contagem nos animais do grupo controle.  
 800 A linha pontilhada representa o limiar da maior média (10,33 carrapatos) que não diferiu da menor média do  
 801 grupo controle (D266, 04/08/2021, média 3,17). As contagens acima dessa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

803

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

809

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



814

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

818

819 Tabela 1. Média e erro padrão da contagem de carrapatos para cada dia experimental e eficácia média do  
 820 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**

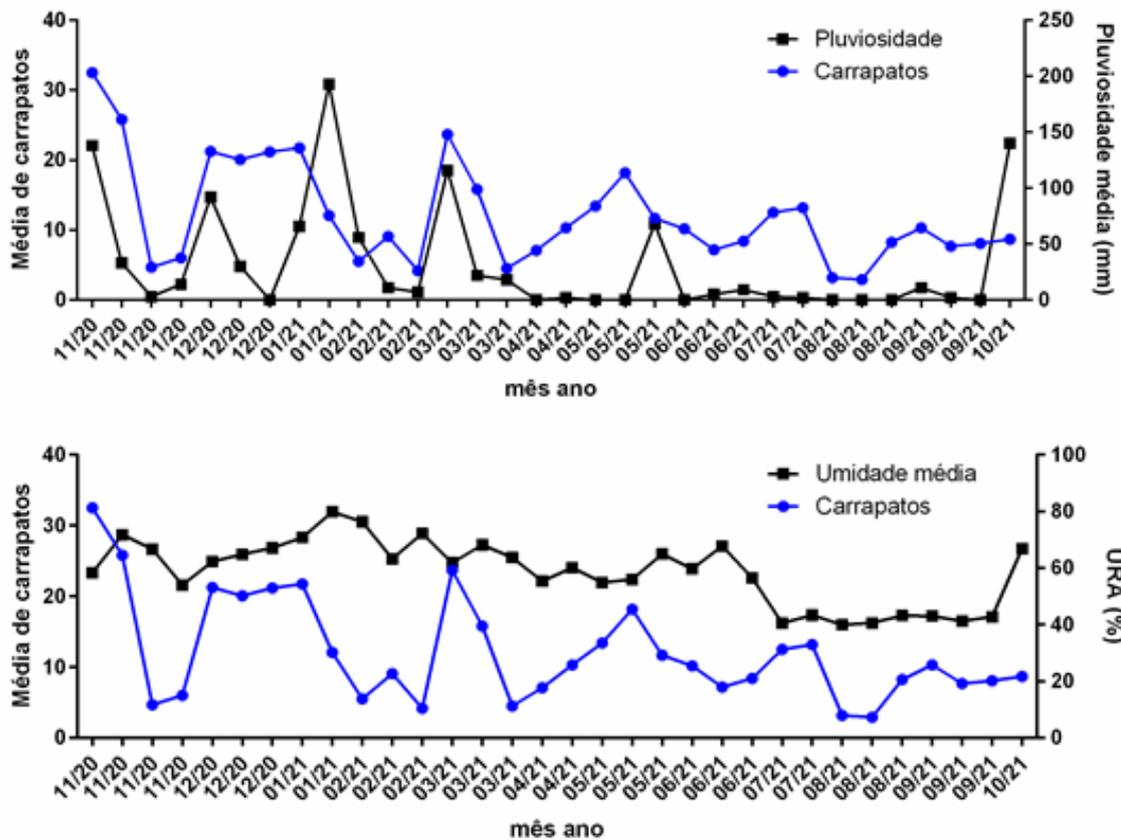
196	11,67	1,56	a	0,08	0,08	b	0,00	0,00	b	100,0	14
210	10,17	1,89	a	0,08	0,08	b	0,00	0,00	b	100,0	28
224	7,17	0,98	a	1,17	0,39	b	0,00	0,00	b	100,0	42
231	8,42	1,66	a	8,17	1,38	a	0,00	0,00	b	100,0	7
238	12,50	2,86	a	9,17	1,32	a	0,00	0,00	b	100,0	14
252	13,17	2,10	a	9,75	1,73	a	0,00	0,00	b	100,0	28
266	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

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

826

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

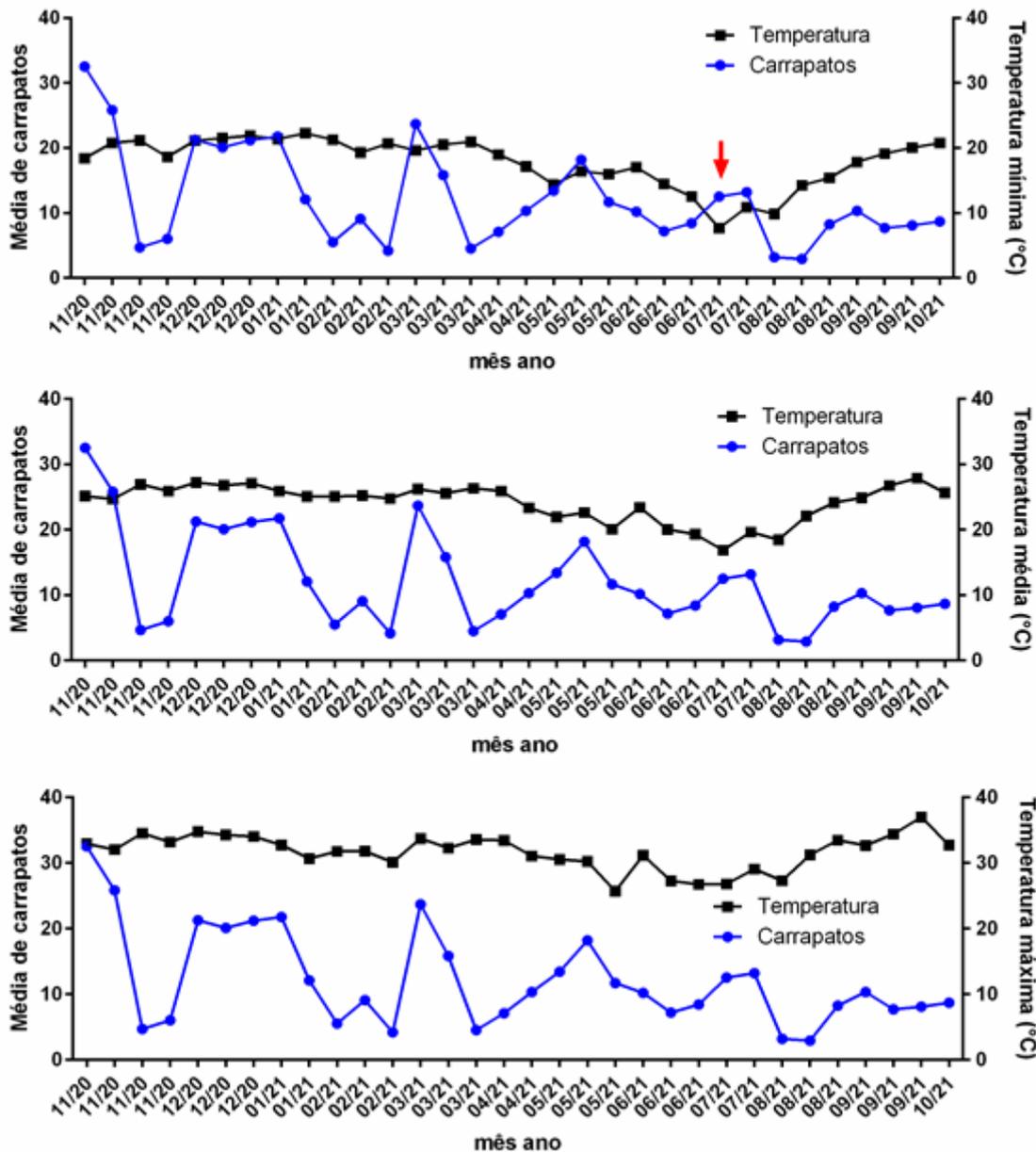
832 A partir do mês de abril/2021 houve redução no volume de pluviosidade (mm)  
833 acumulada no intervalo entre as contagens de carrapatos. Durante os meses de junho/2021 a  
834 setembro/2021, o volume acumulado de pluviosidade foi próximo a 0 mm, o que contribuiu  
835 também para uma redução dos valores médios de umidade relativa do ar (URA - %) (Fig.  
836 3).



837  
 838 Figura 3. Gráfico de volume acumulado de pluviosidade (mm) no intervalo que antecede cada contagem e a  
 839 média da contagem de carrapatos para o grupo controle e gráfico de URA média para o período que antecede  
 840 cada contagem e a média da contagem de carrapatos para o grupo controle.

841  
 842 Esse longo período de estiagem com redução da pluviosidade e da URA é esperado  
 843 para os meses em que foi observado, configurando o período seco, que compreende o  
 844 período de inverno para o Hemisfério Sul. Conseqüentemente, nesse mesmo período, foi  
 845 observado redução da oferta de pastagens, contribuindo para a perda de peso dos animais.

846 Foi observado diminuição das médias de temperatura mínima nos meses junho e  
 847 julho/2021, ocorrendo episódios de geada em dias que foram registradas mínimas de 3,20  
 848 °C, 2,80 °C e 1,20 °C, nos dias 29 e 30/06/2021 e dia 01/07/2021, respectivamente, sendo as  
 849 menores temperaturas registradas durante o experimento. As médias de temperatura média  
 850 e máxima para o intervalo entre as contagens de carrapatos se mantiveram constantes ao  
 851 longo de todo período experimental (Fig. 4).



852  
 853 Figura 4. Valores médios de temperatura mínima, média e máxima para cada intervalo que antecede os dias de  
 854 contagem de carrapatos e média da contagem de carrapatos do grupo controle. Seta vermelha indica períodos  
 855 com ocorrência de geada.

856  
 857 As menores médias de carrapatos contadas no grupo controle ocorreram no mesmo  
 858 período em que foram observados o menor acumulado de pluviosidade (mm), as menores  
 859 médias de URA (%) no período com as menores médias de temperatura mínima, sendo que

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

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

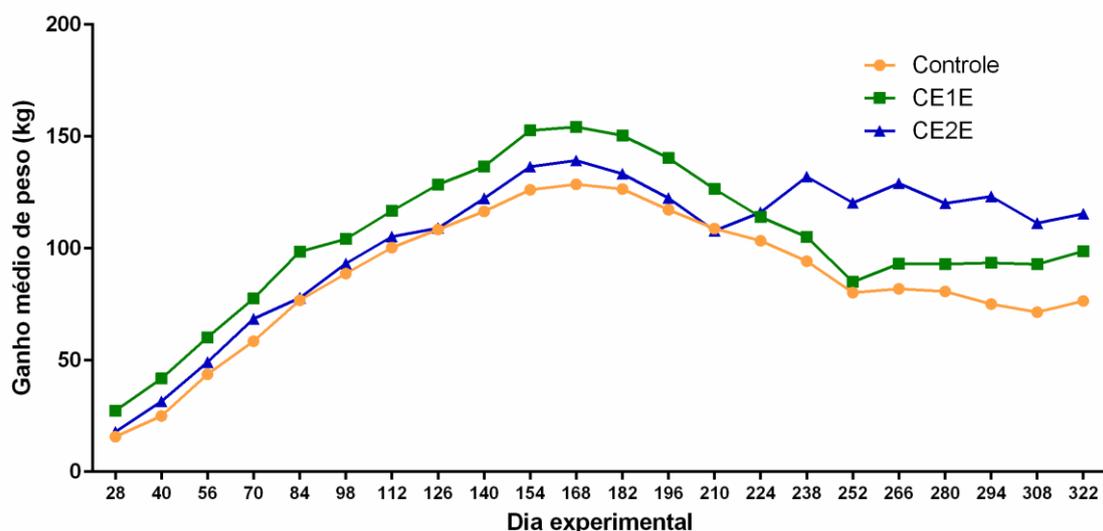
866 Tabela 2. Correlação de Pearson para variáveis climáticas e a média da contagem de carrapatos no grupo  
867 controle.

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

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

870

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



877  
878  
879  
880  
881  
882

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

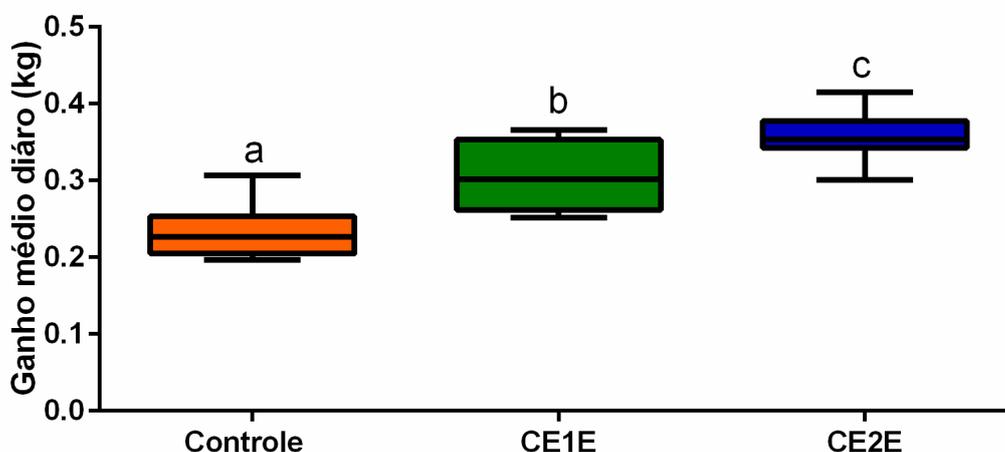
Tabela 3. Peso, ganho de peso médio (GPM) e erro padrão da média (EPM) dos bovinos dos grupos controle, CE1E e CE2E, avaliados entre D-2 e D322.

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

883 \*Letras minúsculas diferentes na mesma linha representam diferença estatística no ganho de peso médio pelo  
884 teste de comparações múltiplas de Tukey.  
885

886 Os animais do grupo CE2E apresentaram ganho médio diário (GMD) de 0,36kg no  
887 D322 (Fig. 6), ficando significativamente superior ao grupo controle, que teve GMD de  
888 0,24kg. O grupo CE1E obteve GMD intermediário entre o grupo controle e o grupo CE2E,  
889 apresentando 0,31kg, sendo estatisticamente diferente tanto do grupo controle como do  
890 grupo CE2E.



891 Figura 6. Boxplot, com quartil (1°, 2°, 3° e 4°) e mediana, ganho médio diário final de novilhas Nelore x Angus  
892 submetidos a dois protocolos de controle de carrapatos com fluralaner e do grupo controle. Letras diferentes  
893 significam diferença estatística pelo teste de comparações múltiplas de Tukey.  
894

895

#### 896 4. Discussão

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

902 em dados mais recentes de mudanças de sazonalidade do carrapato em áreas tropicais e sub-  
903 tropicais.

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

910 A sazonalidade nos animais do grupo controle, com a ocorrência de cinco picos de  
911 infestação no período de um ano, fugiu um pouco do padrão esperado para a região  
912 geográfica, que seriam três ou quatro picos [11–13]. Gomes et al. [22], Cruz et al. [20] e  
913 Nicaretta et al. [19] em estudos avaliando a dinâmica populacional de *R. microplus*, também  
914 em áreas do cerrado brasileiro em Minas Gerais, São Paulo e Goiás, respectivamente,  
915 relataram um número maior de picos de infestação, com a ocorrência de novos picos durante  
916 o período que compreende o inverno, corroborando com o observado nesse estudo. Na  
917 região norte da Argentina, caracterizada como subtropical, também foi observado aumento  
918 no número de picos de infestação de carrapatos [16]. Uma hipótese para a ocorrência de um  
919 pico adicional no período de inverno seria o aumento da temperatura observada nos últimos  
920 30 anos [19]. Porém, no presente estudo, o inverno foi seco e com temperaturas mínimas  
921 próximas a 1 °C, com a ocorrência de geadas.

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

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

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

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

950 Frente ao grave cenário de resistência de *R. microplus* aos carrapaticidas [4, 7, 24–  
951 29], uma nova molécula como o fluralaner pode ser uma das poucas alternativas químicas  
952 disponíveis. Essa isoxazolina não causou reação adversa nos animais avaliados nesse estudo  
953 e apresentou eficácia acima de 95% logo no 3º DPT e, quando aplicado três vezes a  
954 intervalos de 42 dias, manteve percentuais de eficácia elevados por aproximadamente 150  
955 dias após o último tratamento do grupo CE1E, grupo que foi submetido ao o protocolo de  
956 controle estratégico inverno-primavera, e por cerca de 70 dias após o último tratamento do  
957 o protocolo de controle estratégico inverno-primavera e outono-inverno (grupo CE2E),  
958 controlando o *Rhipicephalus* ao longo de todo o ano experimental.

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

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

970

## 971 **5. Conclusão**

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

## 977 **6. Referências bibliográficas**

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

- 1018 15. Furlong J, Martins JRS, Prata MCA. Carrapato dos bovinos: controle estratégico nas  
1019 diferentes regiões brasileiras. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003;6p. (Embrapa  
1020 Gado de Leite. Comunicado Técnico, 36).
- 1021 16. Nava S, Mastropaolo M, Guglielmone AA, Mangold AJ. Effect of deforestation and  
1022 introduction of exotic grasses as livestock forage on population dynamics of the cattle tick  
1023 *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) in northern Argentina. Research in  
1024 Veterinary Science. 2013;95:1046–54.
- 1025 17. Andreotti R, Koller WW, Garcia MV. Carrapatos: protocolos e técnicas para estudo.  
1026 Brasília, DF: Embrapa, 2016;217p.
- 1027 18. Nava S, Toffaletti JR, Morel N, Guglielmone AA, Mangold AJ. Efficacy of winter-spring  
1028 strategic control against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* infestations on cattle in an  
1029 area with ecological conditions highly favourable for the tick in northeast Argentina.  
1030 Medical and Veterinary Entomology. 2019;33(2):312–6.
- 1031 19. Nicaretta JE, Zapa DMB, Couto LFM, Heller LM, Cavalcante ASA, Cruvinel LB, et al.  
1032 *Rhipicephalus microplus* seasonal dynamic in a Cerrado biome, Brazil: Na update data  
1033 considering the global warming. Veterinary Parasitology. 2021;296(109506):1–10.
- 1034 20. Cruz BC, Mendes AFL, Maciel WG, Santos IB, Gomes LVC, Filippelli G, et al.  
1035 Biological parameters for *Rhipicephalus microplus* in the field and laboratory and estimation  
1036 of its annual number of generations in a tropical region. Parasitology Research. 2020;1–10.
- 1037 21. Wharton RH, Utech KBW. The relation between engorgement and dropping of  
1038 *Boophilus microplus* (Canestrini) (Ixodidae) to the assessment of tick numbers on cattle.  
1039 Journal of Australian Entomology Society. 1970;9:171–182.
- 1040 22. Gomes LVC, Lopes WDZ, Teixeira WFP, Maciel WG, Cruz BC, Felippelli G, et al.  
1041 Population dynamics and evaluation of the partial selective treatment of crossbreed steers

1042 naturally infested with *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in a herd from the state of  
1043 Minas Gerais in Brazil. *Veterinary Parasitology*. 2016;220:72–6.

1044 23. Martins KR, Garcia MV, Bonatte-Junior P, Duarte PO, Higa LOS, Csordas BG, et al.  
1045 Correlação entre carrapatos *Rhipicephalus microplus* e infecção por *Anaplasma marginale*  
1046 em várias raças bovinas no Brasil. *Experimental and Applied Acarology*. 2020;80:585–98.

1047 24. Castro-Janer E, Rifran L, González P, Piaggio J, Gil A, Schumaker TTS. *Rhipicephalus*  
1048 (*Boophilus*) *microplus* (Acari: Ixodidae) resistance to fipronil in Uruguay evalu-ated by in  
1049 vitro bioassays. *Veterinary Parasitology*. 2010;169:172–7.

1050 25. Rodríguez-Vivas RI, Pérez-Cogollo LC, Rosado-Aguilar JA, Ojeda-Chi MM, Trinidad-  
1051 Martinnez I, Miller RJ, et al. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* resistant to acaricides and  
1052 ivermectin in cattle farms of Mexico. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*.  
1053 2014;23(2):113–22.

1054 26. Tabor AE, Ali A, Rehman G, Garcia GR, Zangirolamo AF, Malardo T, et al. Cattle tick  
1055 *Rhipicephalus microplus*-Host interface: A review of resistant and susceptible hony  
1056 responses. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2017;7(506):1–18.

1057 27. Miraballes C, Riet-Correa F. A review of the history of research and control of  
1058 *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, babesiosis and anaplasmosis in Uruguay.  
1059 *Experimental and Applied Acarology*. 2018;75:383–98.

1060 28. Kumar R, Sharma AK, Ghosh S. Menace of acaricide resistance in cattle tick,  
1061 *Rhipicephalus microplus* in India: Status and possible mitigation strategies. *Veterinary*  
1062 *Parasitology*. 2020;278(108993):1-10

1063 29. Dzemo WD, Thekiso O, Vudriko P. Development of acaricide resistance in tick  
1064 populations of cattle: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*. 2022;8(e08718):1–  
1065 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.

1072 **CAPÍTULO III**

1073 **6. CONCLUSÕES GERAIS**

1074

1075 A aplicação do protocolo de controle estratégico inverno-primavera com  
1076 fluralaner 5%, a intervalos de 42 dias entre os tratamentos, a partir do início da  
1077 estação chuvosa, resultou em controle de *R. microplus* por aproximadamente 224  
1078 dias. Nas regiões em que é observado infestação dos bovinos por carrapatos  
1079 durante o período seco, um novo protocolo com três tratamentos, com intervalos  
1080 de 42 dias, a partir do final do período chuvoso, no final do outono e início do  
1081 inverno, é eficaz para se manter o controle de *R. microplus* durante o ano todo,  
1082 favorecendo maior ganho de peso dos animais, sendo indicados para regiões e em  
1083 anos com condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do carrapato  
1084 durante o outono e inverno.

## 1085 **7. IMPACTO ECONÔMICO, SOCIAL, TECNOLÓGICO E/OU INOVAÇÃO**

1086

1087 O presente trabalho tem como principal impacto econômico o controle mais  
1088 efetivo do carrapato bovino, ao longo de todo o ano, tendo em vista que as  
1089 mudanças climáticas ambientais observadas nos últimos anos, têm favorecido a  
1090 ocorrência de picos de infestação de *R. microplus* nos bovinos durante o período  
1091 tido como inverno, momento em que anteriormente não eram observadas  
1092 infestações parasitárias nos animais. Além de se tratar de uma atualização ao  
1093 protocolo de controle estratégico já estabelecido para regiões de clima tropical, que  
1094 foi desenvolvido em um momento em que não era observado a infestação dos  
1095 animais durante o inverno.

1096 Como impacto tecnológico pode ser descrito a utilização de uma nova  
1097 molécula, o Fluralaner 5%, para o controle de *R. microplus*, sendo uma nova  
1098 alternativa química para o controle eficaz do carrapato dos bovinos, bem como uma  
1099 recomendação de utilização da respectiva molécula, o que pode influenciar  
1100 retardando os relatos de populações de *R. microplus* resistentes.

