

RELAÇÃO ENTRE GENÉTICA E RESISTÊNCIA A CARRAPATOS EM VACAS LEITEIRAS: REVISÃO DE LITERATURA

THE RELATION BETWEEN GENETICS AND TICK RESISTANCE IN DAIRY COWS: A LITERATURE REVIEW

LA RELACIÓN ENTRE LA GENÉTICA Y LA RESISTENCIA A LAS GARRAPATAS EN VACAS LECHERAS: UMA REVISIÓN DE LA LITERATURA

Eliz Nayara Freitas da Silva Dario¹
Taisa Fernanda Conceição Santos Limberger²

RESUMO: A bovinocultura leiteira é considerada essencial na economia brasileira. Entretanto, a ocorrência de doenças por carapatos do gênero *Rhipicephalus* [*Boophilus*] *microplus* pode causar danos diretos à vaca leiteira, resultando em um baixo rendimento produtivo. Esses parasitas são controlados por produtos químicos, porém, devido ao desenvolvimento de resistência parasitária e à intoxicação, outros métodos vêm sendo estudados, como a resistência genética. O objetivo deste trabalho foi analisar e descrever, através de uma revisão de literatura, como o melhoramento genético pode contribuir ao aumento na resistência de vacas leiteiras à infestação por carapatos. Através de uma pesquisa nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo e Pubmed, selecionaram-se 30 publicações científicas dos últimos 20 anos que abordassem o tema proposto. Ao término da revisão, concluiu-se que o melhoramento genético é uma opção eficaz no controle parasitário na bovinocultura leiteira, podendo ser obtido tanto com o cruzamento entre as raças geneticamente resistentes (zebuínas) com as mais suscetíveis ao desenvolvimento do carapato (europeias), quanto com a seleção genômica para pastejo somente das raças mais resistentes, diminuindo custos na compra de agentes químicos, contribuindo com o meio ambiente, reduzindo as chances de intoxicação e auxiliando na diminuição do desenvolvimento de espécies de carapatos com maior resistência.

3775

Palavras-chave: Infestações por carapato. Bovinos. Genética.

¹Discente Uninassau, Cacoal, Rondônia.

²Docente Uninassau, Cacoal, Rondônia, Graduada em Medicina Veterinária, pela Universidade Federal de Rondônia (2021). Especialista em Clínica Médica de Pequenos Animais, pela UNINASSAU (2022). Especialista em Saúde Pública e Vigilância Sanitária, pela FUNIP (2023). Especialista em Higiene e Inspeção de produtos de origem animal, pela FUNIP (2024). Especialista em Medicina veterinária do coletivo, pela FUNIP (2025). Especialista em Tutoria em educação a distância e docência do ensino superior, pela FUNIP (2025). Mestre em AGROECOSISTEMAS AMAZÔNICOS pela Universidade Federal de Rondônia (2024). Pós-graduanda em Agropecuária Sustentável pelo IFRO (2025). Doutoranda pela USP (2025). Atualmente trabalha como Médica Veterinária na Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia e Docente na UNINASSAU, CACOAL -RO.

ABSTRACT: The dairy cattle's farming is considered essential to the Brazilian economy. However, the occurrence of diseases caused by ticks of the genus *Rhipicephalus* [*Boophilus*] *microplus* may cause direct damage to dairy cows, resulting in low production yields. These parasites are controlled with chemicals agents, but due to the development of parasite resistance and intoxication, other methods, such as genetic resistance, are being studied. The main of this study was to analyze and describe, through a literature review, how genetic improvement can contribute to increasing the resistance of dairy cows to tick infestation. Through a search of the Google Scholar, Scielo, and PubMed databases, 30 scientific studies from the last 20 years that addressed the proposed topic were selected for this review. At the end, it was concluded that genetic improvement is an effective option for parasite control in dairy cattle farming, and can be achieved either by crossing genetically resistant breeds (zebu) with those most susceptible to tick development (European) or by genomic selection for grazing only the most resistant breeds, reducing costs in the purchase of chemical agents, contributing to the environment, reducing the chances of poisoning and helping to reduce the development of tick species with bigger resistance.

Keywords: Tick infestations. Cattie. Genetics.

RESUMEN: La ganadería lechera se considera esencial para la economía brasileña. Sin embargo, la aparición de enfermedades causadas por garrapatas del género *Rhipicephalus* [*Boophilus*] *microplus* puede causar daños directos a las vacas lecheras, resultando en bajos rendimientos productivos. Estos parásitos se controlan con productos químicos, pero debido al desarrollo de resistencia e intoxicación por parásitos, se están estudiando otros métodos, como la resistencia genética. El objetivo de este estudio fue analizar y describir, mediante una revisión bibliográfica, cómo el mejoramiento genético puede contribuir a aumentar la resistencia de las vacas lecheras a la infestación por garrapatas. Mediante una búsqueda en las bases de datos de Google Académico, Scielo y PubMed, se seleccionaron 30 publicaciones científicas de los últimos 20 años que abordaron el tema propuesto. Al final de la revisión se concluyó que el mejoramiento genético es una opción efectiva para el control de parásitos en la ganadería lechera, y puede lograrse ya sea mediante el cruce de razas genéticamente resistentes (cebú) con aquellas más susceptibles al desarrollo de garrapatas (europeas), o mediante selección genómica para pastorear sólo las razas más resistentes, reduciendo costos en la compra de agentes químicos, contribuyendo con el medio ambiente, reduciendo las posibilidades de intoxicación y ayudando a reducir el desarrollo de especies de garrapatas con mayor resistencia.

3776

Palavras-chave: Infestaciones por garrapatas. Bovinos. Genética.

INTRODUÇÃO

O leite é uma substância fluida de elevada importância, sendo composta por lactose, proteínas, água e gordura, além de vitaminas e diversos minerais. Ele é obtido através de uma ordenha completa, seja ela manual ou mecânica. As ordenhas são realizadas sem interrupções em vacas leiteiras que se encontram em estado sadio, com boas condições higiênicas, devidamente descansadas e bem alimentadas (MELO AF, et al., 2016).

A cadeia de produção de leite no Brasil, através da bovinocultura leiteira, é considerada essencial no que diz respeito à economia e a segurança alimentar nacional. O Brasil é o terceiro maior produtor de leite de vaca no mundo, contando com milhares de propriedades dedicadas a

produção desse produto em praticamente quase todo o território nacional (98% dos municípios) (FONSECA LLM, et al., 2024).

Apesar de possuir um cenário nacional favorável para a produção dessa importante substância, muitos pecuaristas enfrentam algumas dificuldades parasitológicas com as vacas leiteiras, que acabam impactando diretamente na produtividade de leite no país (COSTA FJ, 2024).

Focando-se nas doenças parasitárias, o principal parasita relacionado por essas patologias é o *Rhipicephalus [Boophilus] microplus*, também conhecido como carapato-do-boi. A infestação por esse parasita leva a danos diretos à vaca leiteira através da espoliação sanguínea, irritação, anemia e prurido, além de danos indiretos como a influência no desenvolvimento da doença tristeza parasitária bovina. Todo esse cenário acaba resultando em um baixo rendimento produtivo das vacas leiteiras (NERES C e BARBOSA F, 2024; PAULA VCD, et al., 2024).

De forma geral, esses parasitas normalmente são controlados através de produtos químicos. Todavia, esse controle químico tem sido considerado cada vez mais problemático, devido ao desenvolvimento de resistência parasitária que tais insetoides vêm adquirindo em relação a esses agentes químicos utilizados (SIGNORETTI RD, et al., 2010).

Felizmente, alguns bovinos apresentam defesas naturais contra esses parasitas, presentes em sua genética e que podem ser herdados entre suas espécies. Assim, a resistência genética vem sendo considerada uma das alternativas ao tratamento químico convencional no controle de infestação de carapatos em vacas leiteiras (SIGNORETTI RD, et al., 2010; SANTOS KG, 2021).

Sabendo-se que a resistência genética pode ser uma opção viável ao enfrentamento dessas ectoparasitoses (SANTANA RL e SANTOS MA, 2018), este trabalho se justifica pela importância em estudar e conhecer as raças de melhor adaptação e resistência em pastagens, no intuito de reduzir a utilização de venenos.

Dessa forma, a presente pesquisa tem o objetivo de analisar e descrever, através de uma revisão de literatura, como o melhoramento genético pode contribuir ao aumento na resistência de vacas leiteiras à infestação por carapatos na bovinocultura leiteira.

MÉTODOS

Trata-se de uma revisão bibliográfica, narrativa e qualitativa, onde o principal intuito foi reunir, analisar e interpretar informações científicas relevantes a respeito da relação entre a genética e a resistência a carrapatos em vacas leiteiras.

A pesquisa foi realizada em três bases de dados: Google Acadêmico, Scielo e Pubmed. Para filtro de pesquisa, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: “resistência genética” AND “carrapatos” OR “parasitas” + “bovinocultura leiteira” OR “vacas leiteiras”.

Como critérios de inclusão, foram considerados artigos científicos, livros especializados, monografias, dissertações e teses acadêmicas publicadas nos últimos 20 anos com abordagem no tema proposto. Foram desconsiderados trabalhos publicados há mais de 20 anos e que não tivessem relevância ou relação com o tema proposto.

A partir desses critérios, foram selecionadas 31 publicações científicas para elaboração da presente revisão. A fim de melhor coesão, coerência e organização das ideias, optou-se por subdividir a revisão em quatro subtópicos:

- a) a importância da bovinocultura leiteira no país;
- b) infestação por carrapatos em vacas leiteiras;
- c) controle químico convencional;
- d) resistência genética como forma de controle parasitário.

3778

REVISÃO DE LITERATURA

A IMPORTÂNCIA DA BOVINOCULTURA LEITEIRA NO PAÍS

Dentre os diversos produtos de origem animal existente nos dias atuais, o leite representa uma enorme parcela no consumo desses produtos. O leite é um produto pecuário que possui uma imensa importância econômica no Brasil, uma vez que, é tido como uma grande fonte de renda para uma elevada parte da população no país, bem como também se apresenta como um alimento de primoroso valor nutricional ao ser humano (SILVEIRA OL, 2023).

De acordo com informações fornecidas pelo MAPA (acrônimo de Ministério da Agricultura e Pecuária), o Brasil hoje é o terceiro maior produtor de leite em todo o mundo. Estima-se que, por ano, o país produza mais de 34 (trinta e quatro) bilhões de litros de leite, sendo predominante em propriedades de médio e pequeno porte, fornecendo emprego para mais de 4 (quatro) milhões de pessoas (MAPA, 2023).

Geograficamente, segundo os últimos dados fornecidos em 2023 pelo IBGE (acrônimo de Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), os 5 (cinco) estados com maior produção de

leite no Brasil foram, em forma decrescente, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Goiás (IBGE, 2023).

A produção de leite no Brasil se baseia principalmente em rebanhos de vacas mestiças. Dentre as principais raças leiteiras utilizadas na bovinocultura brasileira destacam-se as raças Holandês, Jersey, Pardo-Suíço, Gir Leiteiro, Girolando, Guzerá e Sindi (SILVEIRA OL, 2023).

O sistema de produção de leite de maior uso no país é o sistema semi-intensivo de pastejo, onde as vacas são criadas a pasto nos períodos de chuva, enquanto nos períodos de seca recebem uma suplementação volumosa (FONSECA LLM, et al., 2024) (Figura 01). Além do sistema de pastejo, também são utilizados, em menor escala, o sistema de confinamento, tais como o *Compost Barn* e o *Free Stall* (CAMPOS HHM, et al., 2024).

Figura 01 – Vaca leiteira em pastagem.¹



3779

Fonte: SILVA ENF e LIMBERGER TFCS, 2025; imagem extraída de SILVEIRA, 2023.

INFESTAÇÃO POR CARRAPATOS EM VACAS LEITEIRAS

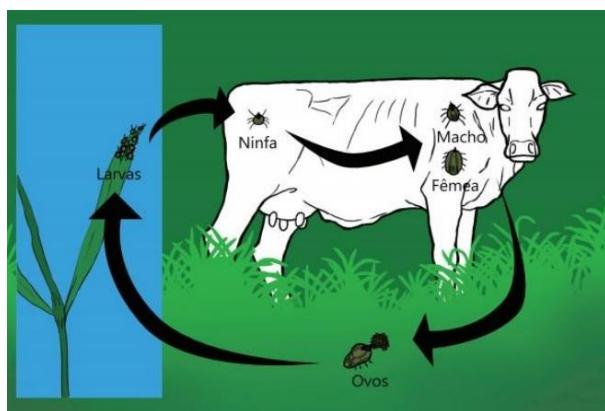
A obtenção do leite de alta qualidade deve envolver um sistema de produção com medidas rigorosas de sanidade, nutrição e genética. No que diz respeito à sanidade dos animais, um dos grandes entraves em relação à produção de vacas leiteiras é o controle dos chamados ectoparasitas (LIMA CAF e LEMA ACF, 2022).

Os ectoparasitas, em especial aos carrapatos, são responsáveis por ocasionar uma diminuição na eficiência produtiva das vacas leiteiras, resultando em significantes perdas econômicas. Dentre esses ectoparasitas, destaca-se o *Rhipicephalus [Boophilus] microplus* (VERÍSSIMO CJ, 2015).

A espécie *R. (B.) microplus*, segundo citam Raynal JT, et al. (2015), é originalmente advinda da Ásia, tendo sido introduzida no Brasil em rebanhos de gados provenientes do processo de colonização. Essa espécie de carapato é pertencente ao reino *Animalia*, da classe *Arachnida*, subclasse *Acari*, filo *Arthropoda*, sub-filo *Chelicerata* e superordem *Parasitiformes*.

O ciclo de vida do *R. (B). microplus* consiste em três fases, sendo a fase de larva, ninfa e adulta (ou fase livre), que dura em torno de 21 dias (três semanas). A larva se hospeda na vaca leiteira, sendo fecundada por um macho. Após ser ingurgitada pelo sangue, a ninfa cai ao solo, de forma livre e em busca de um lugar escuro para sua ovipostura, conforme observado no esquema da figura 03 (SOUZA GA, 2020).

Figura 03 – Ciclo de vida do *R. (B). microplus* em um hospedeiro.

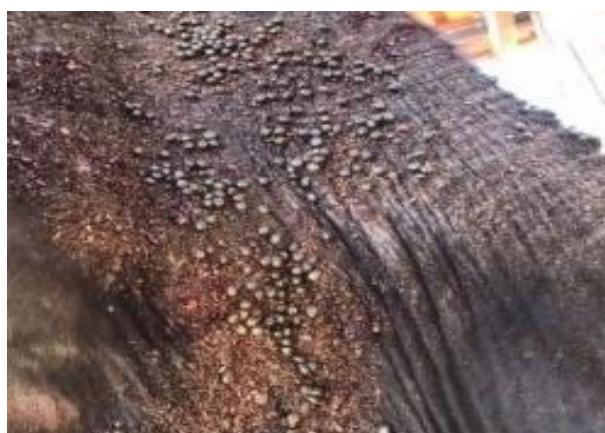


Fonte: SILVA ENF e LIMBERGER TFCS, 2025; imagem extraída de Souza (2020).

De acordo com Paz VCD, et al. (2024) durante os estágios parasitários, o carapato-do-boi promovem alterações na pele da vaca leiteira logo nas primeiras horas pós-fixação, levando a uma vasodilatação local. Em sua fase final, as reações causadas pelo carapato levam à destruição do tecido e à formação de cavidades puntiformes na pele do animal, além de reações alérgicas locais (Figura 04).

3780

Figura 04 – Infestação por *R. (B). microplus* em vaca leiteira.



Fonte: SILVA ENF e LIMBERGER TFCS, 2025; imagem extraída de Braga WA (2022).

O clima tropical presente no território brasileiro, além de temperatura e umidade favorável, favorece e viabiliza diretamente a multiplicação, a sobrevida e o desenvolvimento dos carapatos dessa espécie, contribuindo assim para a disseminação e infestação de doenças, conforme descreve Blecha IMZ (2018).

As consequências da infecção ectoparasitária pelo *R. (B.) microplus* podem ser tanto diretas quanto indiretas. As consequências diretas incluem a perda de peso crônica decorrentes do hematofagismo, irritação e prurido na derme, desenvolvimento de miáse e redução na produção do leite (BIEGELMEYER et al., 2011; PAZ et al., 2024).

Já as consequências indiretas normalmente estão relacionadas à transmissão indireta de outros patógenos por parte do *R. (B.) microplus*, tais como a *Anaplasma marginale*, *Babesia bovis* e *Babesia bigemina*, hemoparasitos que são responsáveis por desenvolver o complexo patológico da chamada Tristeza Parasitária Bovina (TERASSANI et al., 2012; PAZ et al., 2024).

CONTROLE QUÍMICO CONVENCIONAL

A aplicação de produtos químicos ainda é considerada a primeira opção no que diz respeito ao controle químico do carapato-do-boi em vacas leiteiras. Denominados de acaricidas, o uso desses pesticidas é uma prática comum tanto no território nacional quanto a nível mundial (BRAGA WA, 2022). 3781

De maneira geral, os acaricidas podem agir de duas formas: através da ação inibitória ou através da ação neurotóxica. A ação inibitória está relacionada com a ação na composição da quitina que faz parte da composição do exoesqueleto do *R. (B.) microplus*. Já a ação neurotóxica está relacionada com a atuação no sistema nervoso central dessa mesma espécie (SANTANA RL e SANTOS MA, 2018).

Os principais acaricidas utilizados no controle parasitário do são das classes dos organofosforados, organodorados, amidinas, piretróides sintéticos, lactonas macrocíclicas, fenilprazóis, difluorobenzoilureia e reguladores de crescimentos de insetos (ANDREOTTI R, et al. 2019; PAZ VCD, et al., 2024).

Já em relação aos métodos de aplicações desses agentes pesticidas, os mais difundidos atualmente são a aplicação por meio de pulverização (seja ela por pulverização manual ou pulverização com brete de aspersão), métodos injetáveis e métodos *pour-on* (aplicação tópica sobre o animal) (ANDREOTTI R, et al. 2019).

Apesar de ser um método considerado eficaz, o uso dos agentes químicos é responsável por grande parte das intoxicações e óbitos das vacas leiteiras, bem como também pelos riscos à saúde dos trabalhadores rurais. Resíduos dos acaricidas podem também permanecer no leite, e é uma via direta de introdução de resíduos químicos no meio ambiente (LIMA CAF e LEMA ACF, 2022).

Além desses fatores, a utilização inadequada dos acaricidas, seja por aplicações imprecisas, preparos incorretos ou subdoses, compromete o tratamento das vacas leiteiras e, cada vez mais, contribuem para o desenvolvimento de resistência bacteriana às gerações seguintes (SOUZA GA, 2020).

RESISTÊNCIA GENÉTICA COMO FORMA DE CONTROLE PARASITÁRIO

No intuito de satisfazer a demanda de consumidores do leite e derivados produzidos de maneira sustentável em regiões tropicais, como no Brasil, a seleção de bovinos leiteiros com maior resistência ao *R. (B.) microplus* vem sendo um dos métodos alternativos ao controle químico do carrapato-do-boi (TABOR AE, et al., 2017).

De acordo com Biegelmeyer P, et al. (2012) a ocorrência da variabilidade genética permite aferir que há um potencial de melhoramento nesta característica por meio da seleção de bovinos leiteiros resistentes, uma vez que, as estimativas de herdabilidade indicam que a seleção de vacas para a resistência ao carrapato-do-boi é de elevada eficácia.

O mecanismo de resistência genética ao *R. (B.) microplus* é considerado um fenômeno complexo e sem total compreendimento. Entretanto, são descritos dois tipos de mecanismos de resistência genética dos bovinos leiteiros: a resistência inata e a resistência adquirida (NAGASHIMA JC, et al. 2009).

A resistência inata já está presente no bovino antes mesmo da primeira infestação por *R. (B.) microplus*. Assim, a resistência inata não necessita do contato prévio do animal com o carrapato para poder ser desenvolvida. É considerada a primeira linha de defesa do bovino à picada do carrapato-do-boi (SANTOS KG, 2011).

Já a resistência adquirida é desenvolvida através de uma resposta do sistema imunológico do próprio bovino ao hospedeiro após períodos de sucessivas infestações pelo *R. (B.) microplus*. Essa resistência envolve imunidade celular e humoral, ocasionando prejuízo ao desenvolvimento do carrapato (ANDREOTTI R, et al. 2019).

Diversos fatores podem afetar a resistência dos bovinos leiteiros ao carrapato, tais como idade, sexo, estação do ano, presença de estresse nutricional, gestação, lactação, pelagem, dentre outros. No entanto, o fator de maior importância e influência é a raça (SANTOS KG, 2011).

De forma geral, as raças *Bos taurus indicus* (ou bovinos zebuínos) apresentam maior resistência ao *R. (B.) microplus* quando comparados com os animais das raças *Bos taurus taurus* (ou bovinos europeus). Os bovinos zebuínos convivem há milhares de anos com o *R. (B.) microplus*, o que possibilitou uma eliminação natural dos animais com menor resistência a esse carrapato, tornando-o mais resistente geneticamente (SANTOS KG, 2011; BIEGELMEYER P, et al. 2012).

Os bovinos europeus, pouco contato tiveram com esse parasita ao longo da história e de seu período evolutivo, o que, por conseguinte, os tornam menos resistente geneticamente ao *R. (B.) microplus* (NAGASHIMA JC, et al. 2009).

Segundo Carvalho WA, et al. (2010) as vacas leiteiras com resistência genética possuem uma maior capacidade em relação às vacas suscetíveis na retenção de eosinófilos nas lesões na derme infestada e infectada por carapatos adultos. Acredita-se que, os eosinófilos estão envolvidos no processo de translocação da histamina dos mastócitos em direção ao local onde o carrapato fêmea se aloja, levando a um aumento no mecanismo de autolimpeza e rejeição desses carapatos.

Assim, de acordo com Francischetti IMB, et al. (2009), a vaca leiteira com maior resistência naturalmente acaba prejudicando a capacidade de alimentação e fixação dos carapatos, levando assim, a uma diminuição no número e no peso de carapatos, bem como também na viabilidade e quantidade de seus ovos.

Dessa forma, acredita-se que a melhor maneira de sair de um estado onde os carapatos causem perdas de produtividade, ou até mesmo a morte dos próprios animais, excluindo-se o método químico tradicional, seria a exploração dos genes de maior efeito que estariam associados a uma maior resistência aos carapatos (NAGASHIMA JC, et al. 2009).

Para tal, podem ser utilizadas as estratégias de cruzamento ou de seleção genômica. No cruzamento, visa-se aproveitar as vantagens da heterose com as características de adaptação e produtividade entre as raças zebuínas (*B. taurus indicus*) e europeias (*B. taurus taurus*). Aponta-se que, quanto maior a proporção genética zebuína na vaca mestiça, maior será a sua resistência ao carrapato (VERISSIMO J, 2015; ANDREOTTI R, et al. 2019).

Já através da seleção genômica, busca-se selecionar previamente bovinos com genótipos de resistência ectoparasita através de métodos quantitativos. Esses métodos podem ser feitos de forma convencional (através da exposição prévia dos animais por infestações), mas que podem causar prejuízos ao animal, ou através de ferramentas que auxiliam na detecção dos genótipos, como os chips de média e alta densidade (ANDREOTTI R, et al. 2019).

DISCUSSÃO

Através dos dados literários pesquisados e analisados, observou-se um consenso entre os autores de que a bovinocultura leiteira é uma das principais atividades econômicas dentro da agropecuária no país (IBGE, 2023; MAPA, 2023; SILVEIRA, 2023; CAMPOS et al., 2024; FONSECA et al., 2024). A literatura apontou que quase todo o território nacional (98%) participa da produção bilionária anual de leite, e que o sistema de pastagem é majoritariamente utilizado quando comparado ao sistema de confinamento (CAMPOS et al., 2024; FONSECA et al., 2024).

Os autores apontaram que alguns fatores podem afetar a produção do leite, podendo citar a higienização dos equipamentos, presença de doenças como mastite, tipo de manejo e higiene da ordenha, estresse térmico, bem-estar físico do animal, alimentação e nutrição (VERISSIMO, 2015; LEIRA et al., 2018; LIMA; LEMA, 2022). Entretanto, dentre todas essas causas, as infecções ectoparasitárias parecem ser as mais preocupantes, pois influenciam diretamente e indiretamente em quase todos os outros fatores (VERISSIMO, 2015; BRAGA, 2022; LIMA; LEMA, 2022; COSTA, 2024).

A literatura também foi consensual em afirmar que o *R. (B.) microplus* é o principal agente etiológico no desenvolvimento das ectoparasitoses, descrevendo ser um parasita que veio originalmente da Ásia e se desenvolveu no Brasil desde a época da colonização do país, possuindo uma elevada capacidade de sobrevivência no clima tropical de norte a sul do território nacional (BIEGELMEYER et al., 2011; TERASSANI et al., 2012; RAYNAL et al., 2015; VERISSIMO, 2015; BLECHA, 2018; BRAGA, 2022; COSTA, 2024; PAZ et al., 2024).

Dentre as principais formas de tratamento para o controle dessas ectoparasitoses, os autores citaram que os acaricidas ainda representam a abordagem mais comum, devido a sua elevada efetividade no controle químico (SANTANA ; SANTOS, 2018; ANDREOTTI; GARCIA; KOLLER, 2019; BRAGA, 2022; PAZ et al., 2024).

Por outro lado, suas desvantagens como intoxicação, riscos à saúde, poluição química ao meio ambiente e principalmente o mecanismo de resistência bacteriana, fazem com que outras formas de tratamento estejam sendo procuradas, como é o caso da resistência genética (ANDREOTTI; GARCIA; KOLLER, 2019; SOUZA, 2020; LIMA; LEMA, 2022; PAZ et al., 2024).

No que tange a relação entre genética e resistência contra esses carapatos, nota-se uma evidência de que a raça *B. taurus indicus* apresenta uma maior resistência quando comparado a raça *B. taurus taurus* (NAGASHIMA; OLIVEIRA; SACCO, 2009; SANTOS, 2011; GIEBELMEYER et al., 2012; VERRISSIMO, 2015; ANDREOTTI; GARCIA; KOLLER, 2019). Isso pode ser explicado, segundo os autores, pelo fato de que a raça zebuína originou-se da Ásia e, pelo fato de ter estado em contato durante muito tempo com esse carapato em suas terras originárias, possui uma resistência natural maior em relação à raça europeia (NAGASHIMA; OLIVEIRA; SACCO, 2009; SANTOS, 2011; GIEBELMEYER et al., 2012; VERRISSIMO, 2015; ANDREOTTI; GARCIA; KOLLER, 2019).

Em relação ao mecanismo exato que explica a resistência genética, não há um consenso entre os autores sobre tal natureza. Entretanto, é citado que a resistência pode ser inata, quando já nasce com o bovino (quando se tratando da raça zebuína) ou adquirida, quando o animal é exposto ao patógeno por diversas vezes (podendo ocorrer com ambas às raças) (NAGASHIMA; OLIVEIRA; SACCO, 2009; SANTOS, 2011; ANDREOTTI; GARCIA; KOLLER, 2019).

Em contrapartida, acredita-se que a resistência adquirida é extremamente prejudicial quando comparada à resistência inata, um a vez que, para o desenvolvimento da resistência adquirida muitas vezes se faz necessário o uso do método das infestações artificiais para se medir o percentual de larvas que conseguem ou não se desenvolver, o que colocaria em risco a saúde do animal (GIEBELMEYER et al., 2012).

Também não há um consenso quanto à identificação exata dos marcadores genéticos que são associados com o mecanismo de resistência bovina. Autores como Carvalho et al. (2008) acreditam que o mecanismo está presente nas proteínas como a transferrina e a haptoglobulina, enquanto autores como Biegelmeyer et al. (2012) estudam a teoria de que essa resistência está presente nos genes do complexo maior de histocompatibilidade, como no cromossomo 23, que codificam glicoproteínas receptoras para os linfócitos T.

Por outro lado, Prayaga et al. (2009) e Turner et al. (2010) citam em suas pesquisas identificação de variação alélica no gene ELTD1 que pode estar associada ao mecanismo de resistência, ao passo que, Wang et al. (2007) sugerem que a resistência pode estar relacionada aos genes da estrutura da pele, ao encontrarem maior expressão dos genes do colágeno tipo I, III e V em raças resistentes.

Já autores como Tabor et al. (2017) afirmam que não é possível aferir que há um genótipo único e consistente que possa afirmar com certeza a associação com uma alta ou baixa resistência aos carapatos.

Os estudos apontaram que, baseado na premissa da resistência genética, soluções como cruzamento genético e a seleção genômica podem ser eficazes para o controle parasitário do carapato-do-boi (FRANCISCHETTI et al., 2009; NAGASHIMA; OLIVEIRA; SACCO, 2009; VERRISSIMO, 2015; ANDREOTTI; GARCIA; KOLLER, 2019).

Bieglemeyer et al. (2012) afirmam que é possível gerar bovinos europeus com elevada resistência genética aos carapatos através da introgressão do gene anti-carapato. Entretanto, os autores afirmam que é desejável que tal processo seja por meio de uma ação multigene, de forma que as possibilidades do aumento a resistência dos carapatos sejam maiores que o efeito resistência de um único gene, devido a ocorrência da mutação. Os autores afirmam que, em condições de cruzamento, bovinos leiteiros *B. indicus* com *B. taurus* podem chegar à resistência entre 95 e 97%, semelhante ao do *B. indicus* isolado, de 99%.

3786

Nesse sentido, Silveira (2023) destaca que os melhores bovinos leiteiros para a seleção gênica seriam os das raças Guzerá, Gir Leiteiro e Sindi, enquanto raças como Holandês, Pardo-Suíço e Jersey seriam de menor resistência.

Mesmo com tal constatação, autores como Nagashima, Oliveira e Sacco (2009) salientam que, apesar dos bovinos europeus apresentarem menor resistência genética a infestação por carapatos, existem animais dessa raça que possuem uma maior resistência dentre os mesmos, como é o caso dos rebanhos da raça Jersey, que possuem mais resistência genética aos carapatos quando comparados aos seus semelhantes de também origem europeia.

CONCLUSÃO

Perante aos dados revisados e discutidos, conclui-se que o melhoramento genético é uma opção a ser considerada no controle parasitário do *R. (B.) microplus* (carapato-do-boi) na bovinocultura leiteira no Brasil. A eficácia do melhoramento genético pode ser obtida tanto com

o cruzamento entre as raças geneticamente resistentes (zebuínas) com as mais suscetíveis ao desenvolvimento do carrapato (europeias), quanto com a seleção genômica para pastejo somente das raças mais resistentes.

A utilização dessas técnicas promissoras, além de diminuir os custos na compra de agentes químicos amplamente utilizados no controle das ectoparasitoses, contribui com o meio ambiente, reduz significativamente as chances de intoxicação do animal, do produtor rural e do produto final, e ainda auxilia na redução da possibilidade de um futuro desenvolvimento de espécies de carapatos com maior resistência.

REFERÊNCIAS

ANDREOTTI R, et al. Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos. 1^a ed. Brasília: Embrapa, 2019.

BARBOSA CNF. Histologia e composição elementar da cutícula de diferentes populações do carrapato *Rhipicephalus microplus* submetidas ou não ao tratamento com fluazuron. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2024; 71p.

BIEGELMEYER P, et al. Aspectos da resistência de bovinos ao carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Arch. Zootec, 2011; 61 (8): 1-11.

BLECHA IMZ. Transcriptômica e imunoinformática para identificação de estratégias de controle complementar do carrapato do boi. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2018; 109p.

3787

BRAGA WA. Avaliação do óleo essencial de eucalipto (*Corymbia citriodora*) no controle do carrapato bovino leiteiro. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Instituto Federal do Espírito Santo, Alegre, 2022. 75p.

CAMPOS HHM, et al. Desempenho reprodutivo de vacas holandesas manejadas em sistema *free stall* e *compost barn* na região oeste do estado do Paraná, Brasil. Revista Caderno Pedagógico, 2024; 21(10):1-16.

CARVALHO WA, et al. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: distinct acute phase proteins vary during infestations according to the genetic composition of the bovine hosts, *Bos taurus* and *Bos indicus*. Experimental Parasitology, 2008; 118(1): 587-591.

CARVALHO WA, et al. Modulation of cutaneous inflammation induced by ticks in contrasting phenotypes of infestation in bovines. Veterinary Parasitology, Hoboken, 2010; 167(1): 260-273.

COSTA FJ. Carrapato (*Rhipicephalus microplus*) em vacas leiteiras: revisão bibliográfica. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2024; 59p.

FONSECA LLM, et al. Bem-estar na bovinocultura leiteira: revisão de literatura. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 2024; 7(4):1-5. 7:

FRANCISCHETTI IMB, et al. The role of saliva in feeding. *Frontiers in Bioscience*, 2009; 14(6): 2051-2088.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2023. In: Produção de Leite. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/br>. Acesso em: 07/05/2025.

LEIRA MH, et al. Fatores que alteram a produção e a qualidade do leite: revisão. *PUBVET*, 2018; 12(15): 1-13.

LIMA CAF, LEMA ACF. 2022. In: Controle de carapatos bovinos com uso de resíduo de beneficiamento de alho. Inconfidentes, 2022. Disponível em: <https://josif.ifsuldeminas.edu.br/ojs/index.php/anais/article/view/199/345>. Acesso em: 06/03/2025.

MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária. 2023. In: Mapa do leite. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 07/05/2025.

MELO AF, et al. Efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras: revisão. *PUBVET*, 2016; 10(10): 721-730.

NAGASHIMA JC, et al. Resistência genética ao *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* – 3788 revisão de literatura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, 2009; 7(12): 1-6.

PAULA MTG. Controle do carapato bovino em propriedades leiteiras na região noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista de Ciência e Inovação do IFFAR*, 2024; 10(1):1-12.

PAZ VCD, et al. Uso de complexo homeopático no tratamento e controle de carapatos em vacas com aptidão leiteira: relato de caso em três propriedades de agricultura familiar. *Revista de Homeopatia*, 2024; 85(2):31-40.

PRAYAGA KC, et al. Genetics of adaptive traits in heifers and their relationship to growth, pubertal and carcass traits in two tropical beef cattle genotypes. *Animal Production Science*, 2009; 49(1): 413-425.

RAYNAL JT, et al. Resistência do carapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* e acaricidas. *Rev Port Ciênc Vet*, 2015; 110(593): 23-29.

SANTANA RL, SANTOS MA. Presença de ectoparasitas em vacas lactantes criadas em sistema extensivo. *Encontro Regional de Agroecologia do Nordeste*, 2018; 1(1): 1-16.

SANTOS KG. Mapeamento fino de QTL associados à resistência ao carapato em bovinos de leite. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011; 85p.

SANTOS CG. Identificação e anotação funcional de variantes associadas a genes candidatos para resistência à carapatos em bovinos. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales dos Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2021; 148p.

SIGNORETTI RD, et al. Aspectos produtivos e sanitários de vacas mestiças leiteiras tratadas com produtos homeopáticos. Arquivo Instituto de Biologia, 2010; 77(4): 625-633.

SILVEIRA OL. Evolução da bovinocultura leiteira: uma revisão. Monografia (Graduação em Zootecnia), Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2023; 44p.

SOUZA GA. Avaliação da eficácia de acaricidas comerciais no controle do carapato do boi *Rhipicephalus microplus* na microrregião sul do estado do espírito santo. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2020; 45p.

TABOR AE, et al. Cattle tick *Rhipicephalus microplus* - host interface: A review of resistant and susceptible host responses. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 2017; 7(506):1-18.

TERASSANI E, et al. Efeito do extrato de *Azadirachta indica* em carapatos (*Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*). Arq Ciênc Vet Zool, 2012; 15(2): 197-200.

TURNER LB, et al. A genome wide association study of tick burden and milk composition in cattle. Animal Production Science, 2010; 50(1): 235-245.

VERÍSSIMO CJ. Resistência e controle do carapato-do-boi. 1^a ed. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2015.

3789

WANG Y, et al. Gene expression, profiling of Hereford Shorthorn cattle following challenge with *Boophilus microplus* tick larvae. Australian Journal of Experimental Agriculture, 2007; 47(1): 1397-1407.