

**Efeito do extrato bruto de jenipapo (*Genipa americana*) no controle do carrapato bovino**

***Rhipicephalus (Boophilus) microplus***

**Effect of crude extract of genipap (*Genipa americana*) on the control of the bovine tick**

***Rhipicephalus (Boophilus) microplus***

**Efecto del extracto crudo de genipap (*Genipa americana*) en el control de la garrapata**

**bovina *Rhipicephalus (Boophilus) microplus***

Recebido: 06/08/2020 | Revisado: 18/08/2020 | Aceito: 21/08/2020 | Publicado: 27/08/2020

**Jorge Luiz Peixoto Bispo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6589-0444>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

E-mail: [jorge.bispo@ifbaiano.edu.br](mailto:jorge.bispo@ifbaiano.edu.br)

**Ester Caetano de Almeida**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0533-4419>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

E-mail: [rainhaester.1999@gmail.com](mailto:rainhaester.1999@gmail.com)

**Deisiane Moreira Nunes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7425-9857>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

E-mail: [deisiane.moreira@ifbaiano.edu.br](mailto:deisiane.moreira@ifbaiano.edu.br)

## **Resumo**

O carrapato é o ectoparasito de maior importância econômica entre os bovinos, sendo favorecido pelas características climáticas do Brasil. Esse parasito compromete os rebanhos causando doenças, estresse, reações alérgicas e danos ao couro do animal. Devido às sucessivas utilizações de acaricidas sintéticos, os carrapatos desenvolveram resistência a esses químicos, levando a surgirem pesquisas com produtos naturais com o mesmo efeito acaricida. O presente trabalho teve o objetivo de analisar o efeito do extrato bruto de jenipapo no controle do *R. microplus*. A metodologia utilizada para a eficiência acaricida foi o teste de imersão de fêmeas de carrapatos ingurgitadas, nas concentrações de 50, 75, 100, 150 e 200 mg mL<sup>-1</sup>, diluídos a uma proporção de etanol e água (70:30), para o controle positivo foi utilizado o Fipronil e para o controle negativo foi utilizado apenas o diluente. O efeito na inibição da acetilcolinesterase foi avaliado utilizando o teste *in vitro* com microplacas de

Ellman. Observou-se que a eficiência do produto em todos os tratamentos (50 a 200 mg mL<sup>-1</sup>) apresentaram efeito acaricida contra o *R. microplus*, com médias que variaram de 64,04 a 99,22 %, respectivamente. Com o extrato bruto não foi possível observar a inibição da acetilcolinesterase (5,18 %), no entanto, a fração 2 da partição do extrato apresentou inibição de 67,4 %, demonstrando possuir substâncias capazes de inibir a enzima. O extrato bruto de jenipapo demonstrou ser eficiente no controle do carrapato bovino e deve ser estudado para fazer parte de um controle ecológico estratégico.

**Palavras-chave:** Fruto; Parasita; Acaricida.

### **Abstract**

Tick is the most important ectoparasite among cattle, being favored by the climatic characteristics of Brazil. This parasite commits herds causing disease, stress, allergic reactions and damage to the animal's hide. Due to the successive uses of synthetic acaricides, ticks have developed resistance to these chemicals, leading to research with natural products with the same acaricidal effect. The present study aimed to analyze the effect of crude extract of genipap on the control of *R. microplus*. The methodology used for the acaricidal efficiency was the immersion test of engorged tick females, in concentrations of 50, 75, 100, 150 and 200 mg mL<sup>-1</sup>, diluted to a proportion of ethanol and water (70:30), for the positive control used Fipronil and the negative control used only the diluent. The effect on acetylcholinesterase inhibition was evaluated using the *in vitro* Ellman microplate test. It was observed that the efficiency of the product in all treatments (50 to 200 mg mL<sup>-1</sup>) had an acaricidal effect against *R. microplus*, with averages ranging from 64.04 to 99.22%, respectively. With the crude extract it was not possible to observe the inhibition of acetylcholinesterase (5.18%), however, fraction 2 of the extract partition showed an inhibition of 67.4%, demonstrating to have substances capable of inhibiting the enzyme. The crude extract of genipap has shown to be efficient in the control of the bovine tick and must be studied to be part of a strategic ecological control.

**Keywords:** Fruit; Parasite; Acaricidal.

### **Resumen**

La garrapata es el ectoparásito económicamente más importante entre el ganado, siendo favorecida por las características climáticas de Brasil. Este parásito compromete al ganado causando enfermedades, estrés, reacciones alérgicas y daños en el cuero del animal. Debido a los usos sucesivos de los acaricidas sintéticos, las garrapatas han desarrollado resistencia a

estos productos químicos, lo que lleva a la investigación de productos naturales con el mismo efecto acaricida. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar el efecto del extracto crudo de genipap sobre el control de *R. microplus*. La metodología utilizada para la eficiencia acaricida fue la prueba de inmersión de hembras garrapatas ingurgitadas, en concentraciones de 50, 75, 100, 150 y 200 mg mL<sup>-1</sup>, diluidas a una proporción de etanol y agua (70:30), para el control positivo usó Fipronil y el control negativo usó solo el diluyente. El efecto sobre la inhibición de la acetilcolinesterasa se evaluó utilizando la prueba de microplaca de Ellman *in vitro*. Se observó que la eficacia del producto en todos los tratamientos (50 a 200 mg mL<sup>-1</sup>) tuvo un efecto acaricida frente a *R. microplus*, con promedios que variaron de 64.04 a 99.22%, respectivamente. Con el extracto crudo no se pudo observar la inhibición de la acetilcolinesterasa (5,18%), sin embargo, la fracción 2 de la partición del extracto mostró una inhibición del 67,4%, demostrando tener sustancias capaces de inhibir la enzima. El extracto crudo de genipap ha demostrado ser eficaz en el control de la garrapata bovina y debe ser estudiado para formar parte de un control ecológico estratégico.

**Palabras clave:** Fruta; Parasita; Carícia.

## 1. Introdução

A bovinocultura leiteira é influenciada diretamente por diversos aspectos sanitários que podem comprometer a produção dos animais e consequentemente, toda a cadeia. Dentre esses aspectos o carrapato ixodídeo *R. microplus* é o ectoparasito de maior importância econômica entre os paralelos 30° Norte e 30° Sul, uma vez que a infestação é beneficiada pelo clima tropical e subtropical, favorecendo o ciclo de reprodução e a disseminação durante quase todas as estações, nessas regiões (Heimerdinger, 2005).

O carrapato promove microferimentos na pele dos animais causando estresse, reações alérgicas e danos ao couro. Com a inoculação de toxinas promove menor crescimento dos bezerros, perda de peso e diminuição na produtividade de leite. A espoliação sanguínea aliada às alterações metabólicas pode, eventualmente, culminar na morte do hospedeiro (Heimerdinger, 2005). Essa espécie, além de causar espoliação sanguínea em virtude do hematofagismo, lesa a pele, diminui a produção de leite e é o principal transmissor de agentes patogênicos para os bovinos (Bittencourt, et al., 1999; Jonsson, et al., 2001).

Para o controle desse carrapato, os produtores rurais utilizaram ao longo dos anos acaricidas sintéticos de forma indiscriminada, o que promoveu a seleção de populações resistentes às bases disponíveis na indústria farmacêutica. Devido ao rápido aparecimento de

resistência a esses acaricidas, a indústria tem hesitado em investir na pesquisa e produção de novos princípios ativos. Além disso, esses produtos têm apresentado cada vez mais efeitos residuais contaminando a carne e o leite, bem como o ambiente (Clemente, et al., 2007).

A necessidade de métodos mais seguros, menos agressivos ao homem e ao meio ambiente, tem estimulado a busca de novos acaricidas a partir de extratos vegetais, já que estes podem propiciar um desenvolvimento bem mais lento da resistência, em função de serem constituídos por vários componentes, e a redução do problema de resíduos, por serem substâncias biodegradáveis (Roel, 2001).

O jenipapeiro (*Genipa americana* L.) pertence à família Rubiaceae, sendo considerada uma espécie de importância econômica, tanto pela sua essência florestal, quanto pela produção de alimentos (Barros citado por Figueiredo, et al., 1986). Produz o Jenipapo que é comestível e uma fonte popular de bebidas, incluindo bebidas alcoólicas, (Ono, et al., 2007), é amplamente distribuída na América do Sul e Central tropical.

Em trabalhos de Omena, et al., (2012), a polpa de jenipapo apresentou uma zona de inibição da acetilcolinesterase semelhante à substância padrão, uma conclusão que é significativa e até então não declarada, podendo apresentar um efeito acaricida semelhante aos organofosforados e carbamatos vendidos comercialmente.

Atualmente, pesquisas estão sendo conduzidas para a busca de novos agentes acaricidas naturais e compostos mais eficazes em virtude da necessidade de novas opções para o controle do *R. microplus* como substituição e/ou adição aos produtos disponíveis no mercado, já que os carrapatos dos bovinos vêm desenvolvendo mecanismos de resistência capazes de sobreviver à maioria dos produtos químicos utilizados em seu controle.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do extrato bruto dos frutos do jenipapeiro no controle do carrapato bovino *R. microplus*, utilizando o teste de imersão das fêmeas de carrapato ingurgitadas e a submissão do extrato a atividade de inibição da acetilcolinesterase recorrendo a experimentos *in vitro*.

## 2. Metodologia

A presente pesquisa faz referência a uma pesquisa laboratorial em condições do meio controladas para realização da experiência, possuindo a natureza de método quantitativo, onde faz-se a coleta de por meio de medições de grandezas e obtém-se por meio da metrologia, números com suas respectivas unidades (Pereira, et al., 2018). Como suporte metodológico, utilizamos os trabalhos de Drummond, et al., (1973), Ellman, et al., (1961) e Ahmed & Gilani

(2009).

### **Obtenção dos frutos**

Os frutos de jenipapo pertencem a família Rubiaceae, espécie *Genipa americana* L. 1759 (Magnoliopsida, Gentianales), foram obtidos no mercado da cidade de Feira de Santana (12°16'00''S; 38°58'00''W), estado da Bahia, Brasil.

### **Obtenção dos extratos**

Os frutos foram higienizados e cortados com faca de aço inox e separados as cascas das sementes. As cascas do jenipapo foram prensadas com auxílio de uma prensa hidráulica para extração da polpa. Em seguida as cascas foram secas em estufa de circulação de ar com temperatura controlada (60 °C) e pulverizadas em moinho de facas (tipo Wiley). O extrato bruto foi obtido por maceração em etanol, por 72 h, e o filtrado obtido foi reduzido em rotaevaporador, apresentando um rendimento de 1,06 %.

### **Coleta dos carrapatos**

As teleóginas foram coletadas de fêmeas bovinas, mestiças ½ sangue do cruzamento Gir X Holandês, naturalmente infestadas pertencentes à Fazenda Experimental do IFBAIANO em Itapetinga (15°14'56"S; 40°14'52"W), no estado da Bahia, Brasil, que, posteriormente, foram encaminhadas ao laboratório em recipientes apropriados, com aeração adequada e acondicionados em isopor contendo gelo artificial. As fêmeas ingurgitadas foram lavadas com água destilada, secas em papel toalha e separadas em grupos de dez com base nos aspectos de motilidade e ingurgitamento, apresentando o mínimo de quatro milímetros de comprimento. Cada grupo teve a massa das teleóginas determinada em balança analítica obtendo-se homogeneidade entre os grupos. Dentre os indivíduos coletados, seis fêmeas foram separadas e utilizadas para a identificação molecular da espécie.

### **Teste de imersão de adultos *in vitro***

Para avaliação da eficiência do extrato sobre teleóginas do carrapato, foi realizado o teste de imersão de fêmeas ingurgitadas em cada tratamento, segundo a metodologia proposta

por Drummond, et al., (1973). Os tratamentos foram testados em cinco concentrações de 50, 75, 100, 150 e 200 mg mL<sup>-1</sup>. Para o grupo controle negativo (sem extrato) e para a diluição dos extratos foi utilizada uma proporção de etanol e água (EtOH/H<sub>2</sub>O, 70:30), para o controle positivo foi utilizado o Fipronil. As fêmeas ingurgitadas foram colocadas em grupos de 10 em placas de Petri, sendo usadas quatro placas/tratamento, submetidas ao Teste de imersão de fêmeas ingurgitadas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições (placas de Petri).

As variáveis utilizadas como medidas de atividade acaricida foram: índice de postura de ovos<sup>[1]</sup> (IP), percentual de inibição da postura de ovos<sup>[2]</sup>, redução da oviposição<sup>[3]</sup> (RO), redução da eclosão<sup>[4]</sup> (RE), eficiência reprodutiva<sup>[5]</sup> (ER) e eficiência do produto<sup>[6]</sup> (EP), de acordo com as seguintes fórmulas:

$$[1] \quad \text{Índice de postura de ovos (IP)} = \frac{\text{peso dos ovos (g)}}{\text{peso das fêmeas (g)}} \times 100 \quad (\text{Bennett, 1974})$$

$$[2] \quad \text{Inibição da postura de ovos} = \frac{\text{IP (controle)} - \text{IP (tratado)}}{\text{IP (controle)}} \times 100 \quad (\text{Roulston, et al., 1968})$$

$$[3] \quad \text{Redução da oviposição} = \frac{\text{peso dos ovos (controle)} - \text{peso dos ovos (tratado)}}{\text{peso dos ovos (controle)}} \times 100 \quad (\text{Gonzales, 2003})$$

$$[4] \quad \text{Redução da eclosão} = \frac{\text{taxa de eclosão (controle)} - \text{taxa de eclosão (tratado)}}{\text{taxa de eclosão (controle)}} \times 100 \quad (\text{Gonzales, 2003})$$

$$[5] \quad \text{Eficiência reprodutiva (ER)} = \frac{\text{peso dos ovos (g)} \times \% \text{ eclosão} \times 20.000^*}{\text{peso das fêmeas (g)}} \quad (\text{Drummond, et al., 1973})$$

\*Constante que indica o número de ovos presentes em 1 grama.

$$[6] \quad \text{Eficiência do produto (EP)} = \frac{\text{ER (controle)} - \text{ER (tratado)}}{\text{ER (controle)}} \times 100$$

(Drummond, et al., 1973)

### **Atividade inibidora da acetilcolinesterase *in vitro***

Atividade inibidora da acetilcolinesterase (AChE) dos extratos foi avaliada segundo

ensaio de microplacas de Ellman conforme descrito por Ellman, et al., (1961) e Ahmed & Gilani, (2009). Resumidamente, para o ensaio de inibição de AChE, 140 uL de tampão de 0,1 M de fosfato de sódio (pH 8) foi adicionado em primeiro lugar em cada poço de uma microplaca de 96 poços, seguido por 20 uL da amostra de teste (em 10% de etanol) e 20 uL de 0,09 unidade / mL AChE. Após 15 minutos de pré-incubação a 25 ° C, 10 uL de 10 mM de 5,5'-ditiobis (ácido 2-nitrobenzóico) foi adicionado a cada poço seguido por 10 uL de 14 mM de iodeto de acetiltiocolina. A absorbância do produto final colorido foi medida a 412 nm em intervalos designados por 30 minutos após o início da reação enzimática pela Tecan Infinito 200 Pro Microplate espectrômetro (Suíça). A eserina foi usada como padrão de referência. Cada amostra do teste foi realizada em triplicado. A absorbância da amostra do teste foi corrigida subtraindo a absorbância da respectiva placa.

$$\% A = \frac{T30 - T0 \text{ (amostra)}}{T30 - T0 \text{ (controle)}} \times 100$$

Onde, %A = percentual de atividade enzimática; T0: absorbância no tempo 0 (logo após o início da reação); T30: absorbância no tempo de 30 minutos

$$\% \text{ Inibição} = 100 - \%A$$

### **Análise estatística**

Os resultados dos ensaios biológicos foram expressos com média  $\pm$  desvio padrão (DP) e sujeitos a análise de variância unidirecional (ANOVA), seguidas do teste de Tukey (5%). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa estatístico Graphprism (versão 5.0).

### **3. Resultados e Discussão**

De acordo com os resultados, a Tabela 1 descreve as porcentagens do índice de postura de ovos, inibição da postura de ovos, redução da oviposição, eclosão e redução da eclosão de larvas de *R. microplus* tratadas com extrato *G. americana* nas concentrações de 50, 75, 100, 150 e 200 mg mL<sup>-1</sup>.

**Tabela 1** - Porcentagens do índice de postura de ovos, inibição da postura de ovos, redução da oviposição, eclosão e redução da eclosão de larvas de *R. microplus*.

Extrato de <i>G. americana</i>	Índice de postura de ovos (%)	Inibição da postura de ovos (%)	Redução da oviposição (%)	Eclosão (%)	Redução da eclosão (%)
50 mg mL <sup>-1</sup>	20,56±6,7 <sup>C</sup>	58,26±13,1 <sup>C</sup>	55,75±13,7 <sup>C</sup>	68,75±6,3 <sup>CD</sup>	14,06±7,9 <sup>C</sup>
75 mg mL <sup>-1</sup>	21,82±5,0 <sup>C</sup>	55,74±9,4 <sup>C</sup>	49,21±11,1 <sup>C</sup>	48,33±15,5 <sup>BC</sup>	39,58±19,3 <sup>BC</sup>
100 mg mL <sup>-1</sup>	20,70±5,8 <sup>C</sup>	57,78±12,4 <sup>C</sup>	55,81±13,4 <sup>C</sup>	42,50±15,0 <sup>B</sup>	46,88±18,7 <sup>B</sup>
150 mg mL <sup>-1</sup>	9,77±1,6 <sup>B</sup>	80,10±3,3 <sup>B</sup>	78,44±2,9 <sup>B</sup>	8,33±6,2 <sup>A</sup>	89,58±7,8 <sup>A</sup>
200 mg mL <sup>-1</sup>	3,60±2,7 <sup>AB</sup>	92,78±5,5 <sup>AB</sup>	92,46±5,8 <sup>AB</sup>	6,25±9,5 <sup>A</sup>	92,19±11,8 <sup>A</sup>
Fipronil	0±0,0 <sup>A</sup>	100±0,0 <sup>A</sup>	100±0,0 <sup>A</sup>	0±0,0 <sup>A</sup>	100±0,0 <sup>A</sup>
Controle negativo	49,15±1,1 <sup>D</sup>	0±0,0 <sup>D</sup>	0±0,0 <sup>D</sup>	80,00±0,0 <sup>D</sup>	-

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ). Fonte: Autores (2020).

O tratamento que apresentou menor índice de postura dos ovos foi 200 mg mL<sup>-1</sup> com 3,60 %, semelhante aos trabalhos de Barbosa, et al., (2013), que encontraram um índice de postura dos ovos de 3,93 % para o extrato dos frutos de *Guarea kunthiana*, porém numa concentração de 2 mg mL<sup>-1</sup>, valores próximos aos obtidos por Sousa, et al., (2008), com um índice de 2,18 % para frutos verdes de *Melia azedarach* na concentração de 2,5 mg mL<sup>-1</sup>, demonstrando a alta potencialidade dos extratos desses frutos.

O tratamento que apresentou maior índice de postura dos ovos foi 50 mg mL<sup>-1</sup> com 20,56 %. Em contrapartida, Lima, et al., (2014), observaram que tratamentos com extratos dos frutos de *Piper tuberculatum* resultaram em índices mais altos de postura de ovos para a concentração de 50 mg mL<sup>-1</sup>.

Os extratos preparados com hexano, éter etílico, etanol e metanol apresentaram índices de 44,1, 46,5, 53,3 e 50,3 %, respectivamente, não corroborando com o presente trabalho pelo fato da baixa eficiência do fruto de *P. tuberculatum*, mesmo tendo seus compostos ativos extraídos em solventes com diferentes polaridades. Vasconcelos, et al., (2014), também encontraram valores superiores para o índice de postura de ovos quando testado o extrato etanólico do fruto de *Capsicum frutescens*, a uma concentração de 50 mg mL<sup>-1</sup>, com um índice de 25,3 %.

Os valores da inibição da postura de ovos e da redução da oviposição possuem uma relação direta por serem calculados a partir do peso dos ovos e das teleógenas, por tanto, a comparação desses tratamentos com outros trabalhos pode ser feita com qualquer um desses parâmetros.

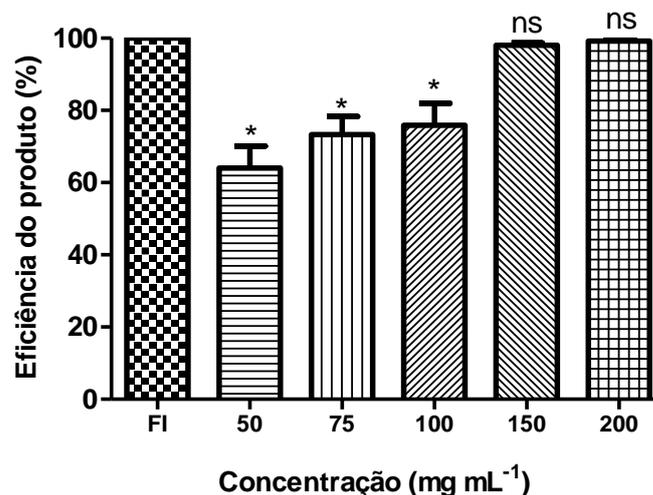
Após trinta dias de incubação dos ovos, foi verificado que os tratamentos com 50 mg

mL<sup>-1</sup> continuaram com as maiores taxas de eclosão, com 68,75 %, e os tratamentos com 200 mg mL<sup>-1</sup> continuaram com as menores taxas de eclosão, com 6,25 %, confirmando a dependência da concentração na eficiência do efeito acaricida.

No tratamento com 200 mg mL<sup>-1</sup> a redução da eclosão foi de 92,19 %, já nos trabalhos de Domingues, et al., (2013) encontraram uma redução da eclosão de apenas 33,3 % quando testaram o extrato aquoso da casca de *Ananas comosus* com 500 mg mL<sup>-1</sup>.

Em relação à eficiência do produto, todos os tratamentos analisados apresentaram efeito acaricida contra o carrapato bovino *R. microplus*.

**Figura 1** - Eficiência do produto sobre as teleóginas de *R. microplus*. CN, controle negativo; FI, Fipronil (controle positivo); (\*) P<0,05, (ns) diferença não significativa em comparação ao controle negativo.



Fonte: Autores (2020).

Observa-se na Figura 1 que os tratamentos nas concentrações de 150 e 200 mg mL<sup>-1</sup> apresentaram eficiência do produto de 98,05 e 99,22 %, respectivamente, se aproximando da eficiência do controle positivo, não diferindo significativamente entre elas. Para as concentrações de 50, 75 e 100 mg mL<sup>-1</sup>, a eficiência do produto foi de 64,04, 73,31 e 75,90 %. Testados na concentração de 50 mg mL<sup>-1</sup>, os extratos dos frutos de *Piper tuberculatum*, *Capsicum frutescens*, e *Angelonia hirta*, apresentaram a eficiência do produto de 3,4 %, 31,4 % e 57 %, respectivamente (Santos, et al., 2013; Lima, et al., 2014; Vasconcelos, et al., 2014), ficando abaixo de todos dos resultados encontrados nesse trabalho.

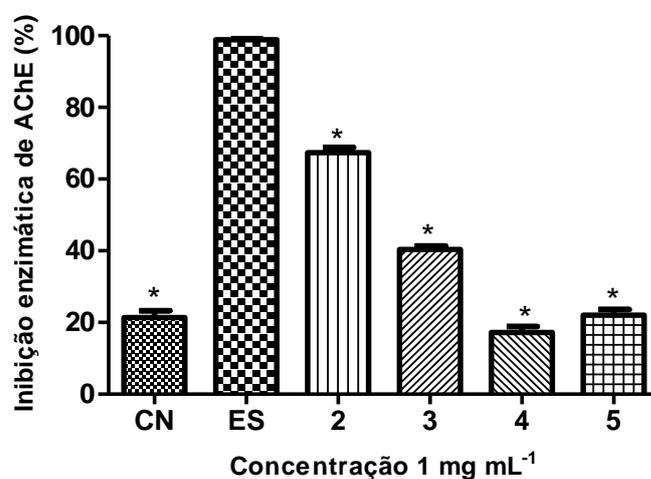
Segundo Rodrigues, et al., (2020), no extrato bruto do jenipapo são predominantes a catequina, ácido gálico, hidroquinona e ácido p-cumárico, compostos fenólicos com ações

antioxidantes, que possuem o poder redutor do grupo hidroxila aromático, reduzindo os radicais livres e estabilizando-os por ressonância. Ghosh, et al., (2013) e Pereira, et al., (2017) observaram que há relação entre a eficiência da atividade acaricida e os compostos fenólicos dos extratos de plantas quando trabalhados de forma sinérgica.

### Atividade inibidora da acetilcolinesterase *in vitro*

O extrato do fruto de jenipapo foi submetido ao teste de inibição enzimática da acetilcolinesterase e apresentou uma inibição de  $5,18 \pm 3,77$  % sendo um resultado muito baixo, até mesmo em comparação ao controle negativo. No entanto, o extrato foi fracionado através da cromatografia em coluna (CC), eluída com misturas de solventes orgânicos em ordem crescente de polaridade (hexano / acetato de etila / etanol / metanol) e originando 7 frações. As frações 1, 6 e 7 não geraram quantidade suficiente para proceder ao teste, todavia as demais frações foram testadas e obteve-se os resultados descritos na Figura 2.

**Figura 2** - Inibição enzimática da AChE pelas frações do extrato etanólico de *G. americana*. CN: controle negativo, ES: eserina (50 uM). (\*)  $P < 0,05$ .



Fonte: Autores (2020).

A Figura 2 apresenta a inibição enzimática da AChE frente às frações 2, 3, 4 e 5 do extrato bruto de jenipapo na concentração de  $1 \text{ mg mL}^{-1}$ , encontrando uma inibição de 67,4, 40,38, 17,24 e 22,08 %. Segundo Vinutha, et al., (2007), a inibição da AChE acima de 50 % é considerada potente, entre 30 e 50 % é considerada moderada e abaixo de 30% é considerada inativa ou baixa atividade. Sendo assim, a fração 2 está classificada como potente, a fração 3 é

moderada e as frações 4 e 5 são classificadas como inativas. Estudos mais aprofundados devem ser concluídos para identificar essa substância inibidora da acetilcolinesterase.

#### 4. Considerações Finais

O extrato bruto do fruto do jenipapo apresentou efeito acaricida contra o carrapato da espécie *R. microplus*. O fracionamento do extrato indicou a presença de substâncias inibidoras da AChE, sinalizando o mecanismo de ação que corrobora com o efeito acaricida.

A identificação do potencial acaricida do extrato do fruto de *G. americana* no controle de carrapatos resistentes pode ajudar a desenvolver uma estratégia para o controle ecológico de infestações de carrapato bovino.

#### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IFBAIANO) pelo suporte financeiro do projeto e ao Laboratório de Toxicologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) pelas análises.

#### Referências

- Ahmed, T., & Gilani, A. H. (2009). Inhibitory effect of curcuminoids on acetylcholinesterase activity and attenuation of scopolamine-induced amnesia may explain medicinal use of turmeric in Alzheimer's disease. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 91 (4), 554–559. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2008.09.010>
- Barbosa, C. S., Borges, L. M. F., Nicácio, J., Alves, R. D., Miguita, C. H., Violante, I. M. P., Hamerski, L., Garcez, W. S., & Garcez, F. R. (2013). *In vitro* activities of plant extracts from the Brazilian Cerrado and Pantanal against *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Acari: Ixodidae). *Experimental and Applied Acarology*, 60, 421–430. <http://dx.doi.org/10.1007/s10493-013-9656-z>
- Bennett, G. F. (1974). Oviposition of *Boophilus microplus* (Canestrini) (Acarida Ixodidae). I. Influence of tick size on egg production. *Acarologia*, 16, 52-61.

Bittencourt, V. R. E. P., et al. (1999). Mecanismo de infecção do fungo *Metarhizium anisopliae* no carrapato *Boophilus microplus* em condições experimentais. *Ciência Rural*, 29 (2), 351-354. <https://doi.org/10.1590/S0103-84781999000200028>

Clemente, M. A., Gomes, F. T., Scotton, A. C. B. S., Goldner, M. S., Reis, E. S., & Almeida, M. N. (2007). Avaliação do potencial de plantas medicinais no controle de *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). *Revista Brasileira de Biociências*, 5 (2), 516-518.

Domingues, L. F., Giglioti, R., Feitosa, K. A., Fantatto, R. R., Rabelo, M. D., Oliveira, M. C., Oliveira, G. P., Bechara, G. H., & Chagas, A. C. (2013). *In vitro* activity of pineapple extracts (*Ananas comosus*, Bromeliaceae) on *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Acari: Ixodidae). *Experimental Parasitology*, 134 (3), 400–404. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2013.03.021>

Drummond, R. O., et al. (1973). *Boophilus annulatus* and *Boophilus microplus*: Laboratory test of insecticides. *Journal Economical Entomology*, 66 (1), p.130-133. <https://doi.org/10.1093/jee/66.1.130>

Ellman, G. L., Courtney, K. D., Andres, V. Jr., & Featherstone, R. M. (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology*, 7 (2), 88–95. [https://doi.org/10.1016/0006-2952\(61\)90145-9](https://doi.org/10.1016/0006-2952(61)90145-9)

Figueiredo, R. W., Maia, G. A., Holanda, L. F. F., & Monteiro, J. C. (1986). Características físicas e químicas do jenipapo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 21 (4), 421-428.

Ghosh, S., Tiwari, S. S., Srivastava, S., Sharma, A. K., Kumar, S., Raya, D. D., & Rawat, A. K. S. (2013). Acaricidal properties of *Ricinus communis* leaf extracts against organophosphate and pyrethroids resistant *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*. *Veterinary Parasitology*, 192, 259-267. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.09.031>

Gonzales, J. C. (2003). *O controle do carrapato do boi*. 3ª ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 128.

Heimerdinger, A. (2005). *Extrato alcoólico de capim-cidreira (Cymbopogon citratus) no controle do carrapato (Rhipicephalus microplus) de bovinos leiteiros*. 78. Dissertação (Mestrado - Área de Produção Animal/Bovinocultura de Leite) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Jonsson, N. N., et al. (2001). An estimate of the economic effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on Queensland dairy farms. *Australian Veterinary Journal*, 79 (12), 826-831. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2001.tb10929.x>

Lima, A. S., Sousa Filho, J. G. N., Pereira, S. G., Guillon, G. M. S. P., Santos, L. S., & Costa Júnior, L.M. (2014). Acaricide activity of different extracts from *Piper tuberculatum* fruits against *Rhipicephalus microplus*. *Parasitology Research*, 113 (1), 107–112. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201700053>

Omena, C. M. B., et al. (2012). Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities of ethanol extracts of peel, pulp and seeds of exotic Brazilian fruits: Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities in fruits. *Food Research International*, 49, 334-344. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.010>

Ono, M., Ishimatsu, N., Masuoka, C., Yoshimitsu, H., Tsuchihashi, R., Okama, M., et al. (2007). Three new monoterpenoids from the fruit of *Genipa americana*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 55 (4), 632-634. <https://doi.org/10.1248/cpb.55.632>

Pereira A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria: UAB/NTE/UFSM. Recuperado de [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).

Pereira, S. G., Araújo, S. A. de, Guilhon, G. M. S. P., Santos, L.S. & Costa Junior, L.M. (2017). *In vitro* acaricidal activity of *Crescentia cujete* L. fruit pulp against *Rhipicephalus microplus*. *Parasitology Research*, 116 (5), 1487–1493. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5425-y>

Roel, A. R. (2001). Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. *Revista Internacional de Desenvolvimento Local*, 1 (2), 43-50.

Rodrigues, L. M. A., Bispo, J. L. P., Silva, A. G. da, Gualberto, S. A., Silva, L. F. N., Tavares, I. M. de C., & Oliveira, C. P. de. (2020). Chemical prospection and biological potential of tropical fruit waste extracts. *Research, Society and Development*, 9 (8), e833986476. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6476>

Roulston, W. J., Schnitzerling, H. J., Schuntner, C. A., & Wilson, J. T. (1968). Acetylcholinesterase insensitivity in the Biarra strain of the cattle tick *Boophilus microplus*, as a cause of resistance to organophosphorus and carbamate acaricides. *Australian Journal of Biological Sciences*, 21, p. 759–767. <https://doi.org/10.1071/BI9680759>

Santos, L. B., Souza, J. K., Papassoni, B., Borges, D. G. L., Junior, G. A. D., Souza, J. M. E., Carollo, C. A., & Borges, F. A. (2013). Efficacy of extracts from plants of the Brazilian Pantanal against *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 22 (4), 532-538. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612013000400013>

Sousa, L. A. D., Sara, S. F., Pires Júnior, H. B., Ferri, P. H., & Borges, L. M. F. (2008). Avaliação da eficácia de extratos oleosos de frutos verdes e maduros de cinamomo (*Melia azedarach*) sobre *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Acari: ixodidae). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 17 (1), 36-40. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612008000100008>

Vasconcelos, V. O., Martins, M. A. D., Oliveira, N. J. F., & Duarte, E. R. (2014). Effect of ethanolic extract of *Capsicum frutescens* L. on adult female of *Rhipicephalus microplus* (Ixodidae). *Parasitology Research*, 113 (4), 1389–1394. <https://doi.org/10.1007/s00436-014-3779-y>

Vinutha, B., Prashanth, D., Salma, K., Sreeja, S. L., Pratiti, D., Padmaja, R., Radhika, S., Amita, A., Venkateshwarlu, K., & Deepak, M. (2007). Screening of selected Indian medicinal plants for acetylcholinesterase inhibitory activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 109, 359–363. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.06.014>

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Jorge Luiz Peixoto Bispo – 50%

Ester Caetano de Almeida – 20%

Deisiane Moreira Nunes – 30%