

DOI: <https://doi.org/10.34069/RA/2025.15.02>

Volumen 8, Número 15/enero-junio 2025

Molina, W.D., Diaz-Rivas, I.H., & Serrato-Hurtado, C. (2025). Evaluación de susceptibilidad de las garrapatas *Rhipicephalus microplus* a los extractos de *Nicotiana tabacum* y *Couroupita guianensis* en condiciones de laboratorio en Florencia-Caquetá, Colombia. *Revista Científica Del Amazonas*, 8(15), 23-38. <https://doi.org/10.34069/RA/2025.15.02>

Evaluación de susceptibilidad de las garrapatas *Rhipicephalus microplus* a los extractos de *Nicotiana tabacum* y *Couroupita guianensis* en condiciones de laboratorio en Florencia-Caquetá, Colombia

Evaluation of susceptibility of the ticks *Rhipicephalus microplus* to *Nicotiana tabacum* and *Couroupita guianensis* extracts under laboratory conditions in Florencia-Caquetá, Colombia

Recibido: 12 de diciembre de 2024

Aceptado: 3 de marzo de 2025

Autores:

Wilmar David Molina¹
Ider Humberto Diaz-Rivas²
Clemencia Serrato-Hurtado³

Resumen

Se determinó la eficacia de una emulsión a base de *Nicotiana tabacum* y *Couroupita guianensis* para el control de larvas de garrapatas *Rhipicephalus microplus*; el extracto con textura de emulsión fue obtenido con técnicas artesanales de maceración y cocción por la Comunidad Indígena Uitoto Muruí y aportado a esta investigación para la realización de los bioensayos con el fin de determinar su eficiencia *In vitro* en condiciones de laboratorio de la Universidad de la Amazonia. Para las pruebas, se utilizaron larvas de garrapatas que fueron expuestas a 15 concentraciones del compuesto a base de *N. tabacum* y *C. guianensis*, cada una con seis repeticiones y un control negativo; cada ensayo se monitoreó desde 15 minutos hasta las 120 horas. La Concentración Letal media CL50 y tiempo Letal Medio TL50, fueron calculados y se observó que los mejores resultados se obtuvieron con las mayores concentraciones (15.000 a 40.0000ppm). Hubo una relación directamente proporcional entre la concentración y la mortalidad de las larvas, igual tendencia se presentó en el tiempo evaluado.

Palabras claves: bioensayos, control negativo, extractos, partes por millón (ppm).

Abstract

The efficacy of the natural extract of *Nicotiana tabacum* and *Couroupita guianensis* for the control of *Rhipicephalus microplus* tick larvae was determined. The compound was extracted using artisanal techniques of maceration and cooking by the Uitoto Muruí Indigenous Community and the bioassays to determine its efficiency were carried out *In vitro* under laboratory conditions at the University of the Amazon. For the tests, tick larvae were used that were exposed to 15 concentrations of the compound based on *N. tabacum* and *C. guianensis*, each with six repetitions and a negative control; each trial was monitored from 15 minutes to 120 hours. The mean lethal concentration LC50 and the mean lethal time TL50 were calculated, and it was observed that the best results were obtained with the highest concentrations (1500 to 40,0000ppm). There was a directly proportional relationship between the concentration and the mortality of the larvae, the same trend was present in the evaluated time.

Keywords: bioassays, extracts, negative control, parts per million (ppm).

¹ Biologist, Biology Program, Faculty of Basic Sciences, University of the Amazon, Florencia-Caquetá, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7513-5595> - Email: W.d.molina06@gmail.com

² Biology student, Biology Program, Faculty of Basic Sciences, University of the Amazon, Florencia-Caquetá, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5505-0878> - Email: iderdiax301@gmail.com

³ Teacher (Faculty of Basic Sciences), Biology Program, Faculty of Basic Sciences, University of the Amazon, Florencia-Caquetá, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2130-5316> - Email: clemenciaserrato@yahoo.com



Introducción

Las garrapatas *Rhipicephalus microplus* son ectoparásitos hematófagos que afectan a diversas especies de animales, incluidos los humanos (Bustillos et al., 2015; Polanco-Echeverry & Ríos-Osorio, 2016). Su relevancia médico-económica radica en que representan un factor limitante para el desarrollo de la industria ganadera, especialmente en zonas tropicales, donde afectan hasta el 80% del ganado bovino, incluyendo a Colombia (Andreotti et al., 2011; Orjuela-Chaves & Cuellar-Silva, 2015). Estos artrópodos pueden actuar como vectores de patógenos como los protozoarios *Babesia bigemina* y *B. bovis*, así como bacterias del complejo *Rickettsia*, como *Anaplasma marginale*, las cuales se multiplican en la sangre y causan hemólisis en los glóbulos rojos (Kocan et al., 2010; Palacios-Cárdenas, 2019). Estos patógenos ingresan al hospedero mediante transmisión biológica y pueden comprometer gravemente la salud del animal, reduciendo la producción de carne y leche, causando pérdida de peso por el estrés de las picaduras y deterioro de la piel (Hernández-Rodríguez et al., 2016). En casos agudos, los síntomas incluyen fiebre recurrente, anemia y muerte (Souza et al., 2014).

Actualmente, el desconocimiento sobre la biología y ecología de *R. microplus* afecta la toma de decisiones sanitarias ante brotes epizooticos, lo que genera pérdidas productivas y económicas (Polanco-Echeverry & Ríos-Osorio, 2016). Los ganaderos enfrentan dificultades en su control debido a la resistencia que estas garrapatas han desarrollado contra diversas moléculas químicas presentes en productos comerciales (Guglielmone et al., 2003; Cuore et al., 2017; Yaima-Yate & Díaz-Rivera, 2022). El control antiparasitario basado en productos químicos puede generar residuos tóxicos en los bovinos (Márquez, 2008), además de contaminar la leche y la carne (Ruiz-Malaver & Blanco-Niño, 2009). Asimismo, el uso prolongado de estos productos ha propiciado la resistencia de las garrapatas a los fármacos (Araque et al., 2014; Cuore et al., 2015).

Ante esta problemática, se ha explorado el control biológico como una alternativa viable contra ectoparásitos hematófagos como *R. microplus*. En este contexto, se han investigado compuestos obtenidos de especies vegetales como el tabaco (*Nicotiana tabacum*) y la bala de cañón (*Couroupita guianensis*), ambas nativas de la región Andino-Amazónica. Estas especies son empleadas de manera artesanal por comunidades indígenas, quienes han identificado sus propiedades fungicidas, insecticidas, repelentes y acaricidas (Pino & Alvis, 2009). El uso de extractos a base de nicotina se presenta como una alternativa accesible, de bajo costo y biodegradable. Además, su extracción no requiere metodologías complejas ni equipos especializados, lo que facilita su aplicación directa (Jordán-Galdámez, 2014).

El desarrollo de estrategias para el control de *R. microplus* aporta beneficios adicionales, como la prevención de enfermedades causadas por hemoparásitos como la babesiosis, anaplasmosis, brucelosis y filariosis (Rodríguez et al., 2010). Además, reduce el uso de acaricidas sintéticos comerciales, disminuye la resistencia de las poblaciones de garrapatas y evita la contaminación ambiental (Álvarez et al., 2008).

En este contexto, la Fundación Amaz Vida, con sede en Leticia (Amazonas), trabaja en la generación de oportunidades para las comunidades indígenas amazónicas de Colombia, con el propósito de identificar sus saberes tradicionales y su relación con el entorno natural. Su objetivo es desarrollar insumos naturales producidos localmente que beneficien el sector agropecuario, la salud humana y la introspección espiritual.

En el marco de este proyecto, se planteó evaluar alternativas para el control de *R. microplus* mediante la identificación morfológica de las garrapatas presentes en un sistema de producción bovina de doble propósito. Posteriormente, se realizó un estudio *in vitro* para determinar el efecto de un preparado a base de *Nicotiana tabacum* mezclado con *Couroupita guianensis*, con el objetivo de establecer la Concentración Letal Media (CL50) y el Tiempo Letal Medio (TL50). La emulsión utilizada fue preparada y proporcionada por el Resguardo Indígena Uitoto Murui-Cuemaní del Municipio de Solano (Caquetá).

Metodología

Localidad de recolección del material vegetal: El material vegetal fue recolectado en la Comunidad Indígena Uitoto Murui del municipio de Solano (Caquetá), ubicada en Cuemaní, en el sur de la Amazonía colombiana. La zona se encuentra entre las coordenadas N 0°16'18.84" y W 73°18'36.21", a una altitud de 163 msnm. Presenta condiciones de bosque conservado inundable, con sotobosque maduro o bajiales cercanos a los márgenes del río Caquetá, en el sector de Araracuara (Fig. 1). El clima es cálido tropical,

con temperaturas promedio mensuales entre 24 y 26°C, una humedad relativa superior al 75% y precipitaciones anuales mínimas de 1,800 mm (ONIC, 2021). La verificación de las características taxonómicas de las especies vegetales en estudio se realizó en la colección de referencia del Herbario HUAZ de la Universidad de la Amazonia.

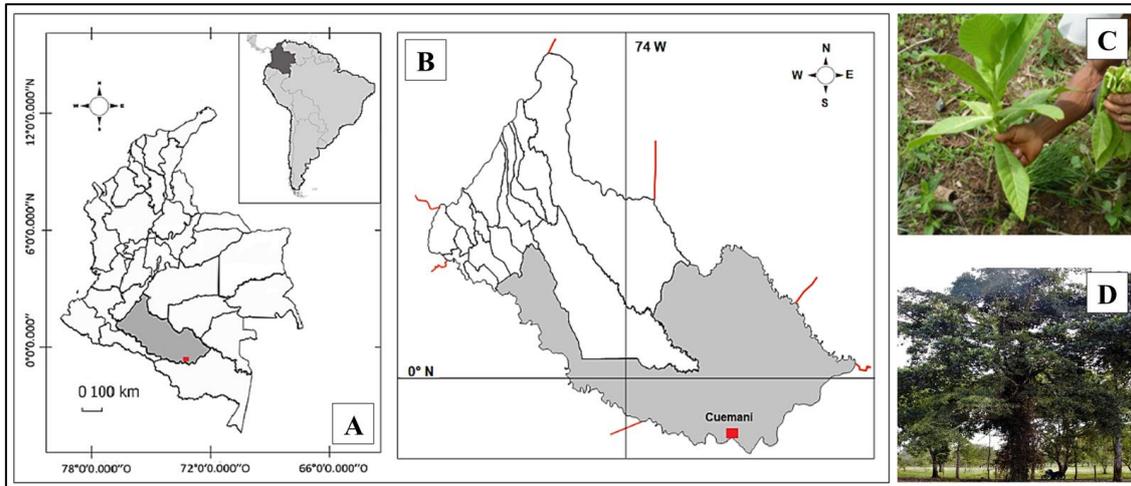


Figura 1. A. Localización área de colecta de material vegetal en Solano, Caquetá (Colombia). Fuente: Ramos et al., (2021). Adaptado para este estudio. B. Localidad Cuemaní Comunidad indígena Uitoto Murui. Especies vegetales utilizadas: C. *Nicotiana tabacum*, D. *Couroupita guianensis*.

Localidad recolección garrapatas (*Rhipicephalus microplus*): En la Finca Mateguadua, localizada en la Vereda Norcasia, Corregimiento San Pedro (Florencia, Caquetá), ubicado entre las coordenadas N 1°44,28.53, W 75°26'33'', a 900 msnm (Fig. 2).

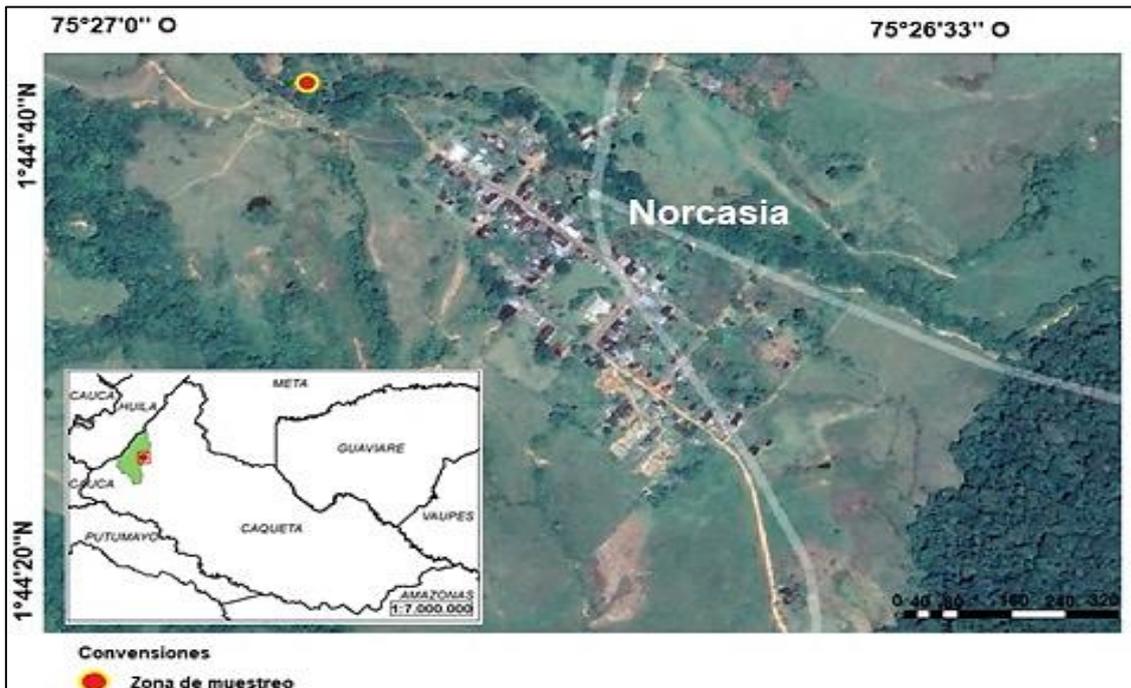


Figura 2. Localización del área de recolección de garrapatas *Rhipicephalus microplus*. Fuente: Google Earth (2022), Adaptado para este estudio.

Elaboración de la emulsión

El producto evaluado fue elaborado a partir de hojas de *Nicotiana tabacum* y frutos de *Couroupita guianensis*, cultivados y procesados en tres etapas por la Comunidad Indígena Uitoto Murui.

Posteriormente, el producto fue enviado a la Universidad de la Amazonia para la realización de los bioensayos.

Inicialmente, se recolectaron las especies vegetales, se lavaron las hojas maduras (amarillas) de *N. tabacum* y se seleccionaron frutos verdes de *C. guianensis* (Fig. 1C y 1D). Para la extracción del concentrado de *N. tabacum*, 200 g de hojas previamente lavadas se colocaron en un recipiente con 6 L de agua. La mezcla se llevó a ebullición hasta evaporar el 95% del agua, luego se dejó enfriar y se filtró mediante tamizado para separar los residuos vegetales, obteniéndose aproximadamente 200 mL de extracto.

Para la obtención de la emulsión de *C. guianensis*, se trituraron 1000 g de frutos verdes con cáscara y sin semillas en un recipiente, se agregaron 500 mL de agua y se dejó reposar durante 30 minutos para facilitar la liberación de mucílagos. Luego, el mucílago fue separado mediante tamizado fino, obteniéndose aproximadamente un litro de emulsión.

Finalmente, para la preparación del producto final, se mezclaron 200 mL del extracto filtrado de *N. tabacum* con 1000 mL del mucílago de *C. guianensis*. La mezcla fue hervida durante 1.5 horas hasta obtener 20 g de una emulsión viscosa de color marrón oscuro. Este procedimiento fue repetido en tres ocasiones (Figura 3).



Cocción de hojas de tabaco



Hidratación de la pulpa del *Couroupita guianensis*



Extracción de mucilago de *Couroupita guianensis*



Emulsión obtenida



Figura 3. Obtención del compuesto a base de *Nicotiana tabacum* y *Couroupita guianensis* y montaje para la realización de los bioensayos

El preparado fue conservado y transportado a la Ciudad de Florencia a temperatura ambiente promedio de 23°C, según recomendación de Davicino et al., (2007).

Soluciones evaluadas: A partir del extracto de textura viscosa, se obtuvieron 15 concentraciones (tabla 1).

Tabla 1.

Concentraciones utilizadas para los bioensayos

		Concentraciones														
Concentración de la emulsión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
mg	50	100	150	200	250	300	350	500	700	1000	1500	2000	2500	3000	4000	
ppm	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	5.000	7.000	10.000	15.000	20.000	20.500	30.000	40.000	

Cada una de las concentraciones diluida en 100mL de agua destilada.

Recolección, transporte, identificación taxonómica y mantenimiento de los adultos de garrapatas

Entre abril y junio de 2022, se recolectaron hembras grávidas de garrapatas (*Rhipicephalus microplus*) en un sistema de producción bovina de doble propósito con ganado de raza Gyr cruzado con Pardo Suizo. Los bovinos estaban parasitados de manera natural y expuestos a campo abierto en un hato ganadero no tecnificado. Durante las fases de campo y laboratorio, se registraron datos como fecha, aspecto y comportamiento de los especímenes colectados, siguiendo el criterio metodológico propuesto por Gallardo & Morales (1999).

Las garrapatas fueron extraídas manualmente del pelaje de ganado adulto, seleccionándose únicamente hembras con el abdomen distendido por la ingestión de sangre y un peso aproximado de 120 mg (1.2 cm) (Gaur et al., 2016). Posteriormente, se transportaron en viales plásticos de 10 mL con un sustrato de gasa hasta el laboratorio de Biología de la Universidad de la Amazonia (Sede Porvenir, Florencia). Allí, fueron desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio al 2.5% para prevenir la contaminación microbiológica (Martins, 2006; Martins & González, 2007). Asimismo, se eliminaron aquellas hembras que presentaban mutilaciones, deformaciones o pérdida de patas y palpos (Álvarez et al., 2008; Nápoles et al., 2016).

La identificación taxonómica se realizó utilizando la clave propuesta por la Universidad Estatal de Iowa (2007) y fue verificada por el Médico Veterinario Zootecnista, Esp, Msc, PhD. Cesar Augusto Zapata Ortiz.

Las hembras seleccionadas fueron colocadas en cajas de Petri y mantenidas bajo condiciones controladas de humedad relativa del 80%, temperatura de 28°C y un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. No se les suministró sangre después de la colecta, dado que las hembras no se alimentan tras la fecundación. Durante un periodo de estabilización de 24 horas, se descartaron aquellas hembras que permanecían inmóviles tras la aplicación de un estímulo de calor durante 10 minutos, ya que esto indicaba

debilidad, enfermedad o muerte (Bustillos et al., 2015; Rodríguez et al., 2010). Para prevenir la depredación por enemigos naturales, las cajas de Petri con garrapatas fueron aisladas dentro de una jaula entomológica.

Condiciones y mantenimiento de las larvas a usar en los bioensayos

Ocho días después de la fecundación, las hembras iniciaron la ovoposición de forma continua hasta formar una masa de huevos (Anexo B), comportamiento que duró aproximadamente 21 días acorde a los reportes de Estrada-Peña, (2015); terminada la ovoposición, se produjo el deceso de la hembra (Jongejan & Uilenberg, 2004; Anderson & Magnarelli, 2008). Las hembras que no ovopositaron a los 14 días, confirmaron su condición de no haber estado fecundadas (Gaur et al., 2016).



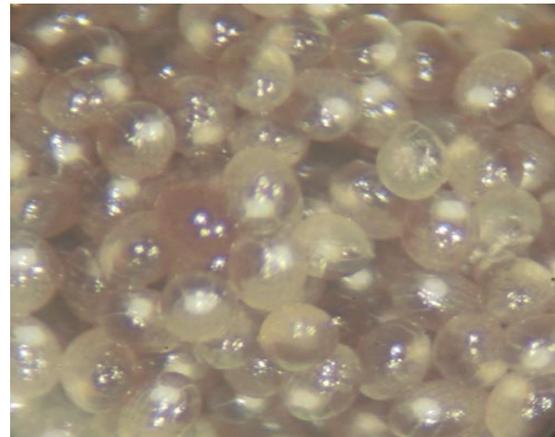
Recolección de *Rhipicephalus microplus* en bovinos



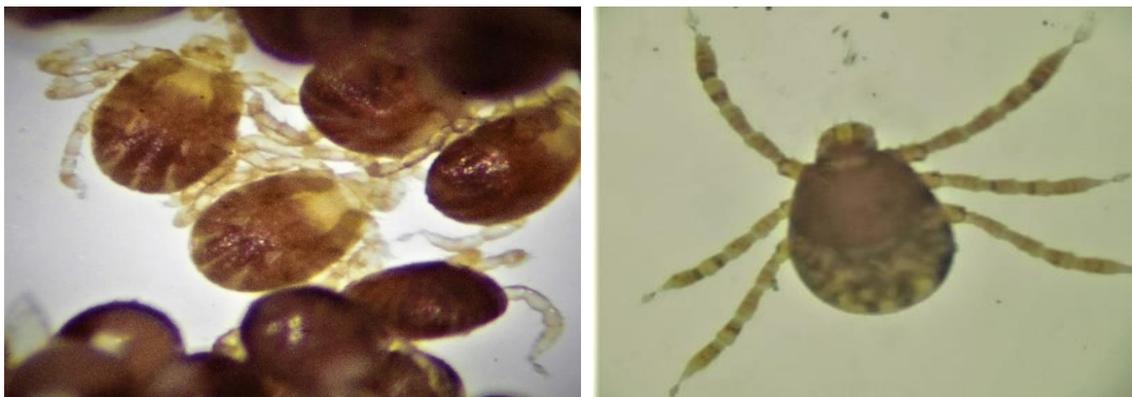
Ovoposición de *R. microplus*.



Masa de huevos de *R. microplus*.



Huevos maduros (30 días)



Larvas recién eclosionadas

Larva con 7 días de eclosión

Figura 4. Ganado hospedero y etapas de desarrollo de *R. microplus*.

La incubación de los huevos tuvo una duración de entre 24 y 43 días, tras lo cual eclosionaron las neolarvas. Al séptimo día, estas ingresaron a la fase infestante, caracterizándose por el desarrollo del aparato bucal (hipostoma) y el engrosamiento de la cubierta corporal con quitina. Para los bioensayos, se seleccionaron individuos de entre 7 y 14 días de haber eclosionado (Benavides et al., 2016; Rodríguez et al., 2010; Gaur et al., 2016), periodo en el que el exoesqueleto se engrosa con quitina, convirtiéndolas en larvas aptas para iniciar la fase infectiva en el hospedero (Rosado-Aguilar et al., 2017).

Los criterios de selección de las larvas incluyeron integridad corporal, buena movilidad y un tamaño aproximado de 0.5 x 0.4 mm. Estos individuos no fueron alimentados previamente a los bioensayos, ya que, según Benavides et al. (2016), pueden sobrevivir entre 3 y 4 meses sin alimentarse en periodos secos y hasta seis meses en condiciones más frías.

Pruebas de susceptibilidad

Los ensayos *in vitro* se realizaron con larvas de primera generación (F1) en estadio I (temprano), ya que son más vulnerables que las garrapatas medianas o grandes debido a la delgadez de su cutícula, lo que las hace más susceptibles a los tratamientos. Además, esta es la etapa en la que inician su fase infectiva (Rodríguez et al., 2010; Gaur et al., 2016).

Para cada una de las 15 concentraciones evaluadas, se realizaron seis repeticiones utilizando frascos de vidrio de 100 mL, previamente lavados y desinfectados. En cada frasco se colocaron 10 larvas de garrapatas con un tamaño aproximado de 0.5 x 0.4 mm. Todos los recipientes fueron rotulados con la información de la dilución y la hora de inicio del ensayo.

Durante cada prueba, las larvas fueron sometidas a inmersión en 5 mL del extracto correspondiente a cada dilución evaluada. Para asegurar el contacto de los individuos con la emulsión, se introdujo un círculo de papel filtro sobre las larvas, manteniéndolas sumergidas durante 15 minutos (Castelblanco-Sepúlveda et al., 2013; Gaur et al., 2016). Transcurrido este tiempo, el extracto fue eliminado con papel absorbente y las garrapatas fueron transferidas a un medio seco (Bustillos et al., 2015; Villar et al., 2016). Como control negativo, se utilizó un séptimo frasco con larvas expuestas a 5 mL de agua destilada.

La evaluación de la mortalidad se realizó en diferentes intervalos de tiempo: 15 minutos después de la exposición y posteriormente a las 2, 8, 24, 48, 72, 96 y 120 horas. Para registrar la susceptibilidad de las larvas, se empleó el criterio basado en los planteamientos de Jaramillo et al. (2020). Las características observadas durante cada tiempo de lectura fueron documentadas mediante el uso de un estereoscopio binocular Olympus SZX9 (Tabla 2).

Tabla 2.

Estados de Rhipicephalus microplus implementados en los bioensayos con los extractos en este estudio.

Estado	Descripción
1	Vivas
2	Con movimiento solo de apéndices
3	Aparentemente muertas, al tocarlas se mueven
4	Muertas

En cada concentración evaluada, se determinaron la Concentración Letal Media (CL50) y el Tiempo Letal Medio (TL50). La CL50 es una medida utilizada para evaluar la toxicidad de una sustancia o compuesto lesivo, indicando la concentración a la cual el 50% de los organismos expuestos mueren dentro de un periodo de exposición determinado. Por su parte, el TL50 representa el tiempo promedio transcurrido desde la aplicación del tóxico hasta la muerte del 50% de los individuos expuestos (Cuevas-Díaz et al., 2012; Vázquez-Villegas et al., 2018).

De acuerdo con Gallardo & Morales (1999), la mortalidad en el grupo control negativo no debe superar el 10%, garantizando así la correcta manipulación del material biológico y la fiabilidad de los resultados obtenidos.

Análisis de datos

Para el análisis de datos, se empleó un diseño completamente al azar con el promedio de los datos. Los porcentajes de mortalidad fueron comparados entre concentraciones mediante una prueba de homogeneidad de varianzas, y las diferencias estadísticas se determinaron a través de la prueba de comparación de medias de Tukey, utilizando el programa SPSS para Windows, versión 11.5.1 (2002).

La Concentración Letal Media (CL50) se determinó mediante la aplicación del método Probit en el programa estadístico SAS. Para establecer el Tiempo Letal Mediano (TL50) de manera independiente para cada una de las concentraciones evaluadas, se analizaron los datos de las garrapatas vivas y muertas mediante un modelo binomial. Se utilizó el comando "ola.p" del paquete estadístico "MASS" para predecir los tiempos dentro del modelo binomial.

Finalmente, se elaboraron gráficos de las proporciones de sobrevivencia, utilizando los tiempos en el eje X y la fórmula vivo / (vivo + muerto) en el eje Y. Se ajustó una curva logística con el intercepto y la pendiente obtenida del modelo para cada concentración. Todos los cálculos y gráficos fueron generados con el programa estadístico "R", versión 4.2.1 (R Core Team, 2022).

Resultados y discusión

Las hembras iniciaron la ovoposición cuatro días después de su recolección, y la eclosión de las neolarvas comenzó al día 29, dentro del rango reportado de 24 a 42 días (FEDEGAN, 2014; Polanco-Echeverry & Ríos-Osorio, 2016).

Durante los bioensayos, se evaluaron un total de 1050 larvas de garrapatas en condiciones de laboratorio. Estas fueron expuestas a una emulsión preparada por miembros de la comunidad indígena Uitoto Murui del Municipio de Solano (Caquetá), elaborada a partir de hojas de *Nicotiana tabacum* y frutos de *Couroupita guianensis*. Se utilizaron 15 concentraciones, cada una con seis repeticiones y un grupo control, con 10 individuos por frasco.

Se realizaron ocho monitoreos a los 15 minutos, 2, 8, 24, 48, 72, 96 y 120 horas (día 5). Las larvas utilizadas como controles (testigos) mantuvieron un aspecto sano y comportamiento activo en todo momento. No se registró mortalidad en ninguno de los grupos control.

Concentración letal Media (CL50)

En general, la emulsión de *Nicotiana tabacum* y *Couroupita guianensis* resultó efectiva para el control de las larvas de *Rhipicephalus microplus* a partir de una concentración de 100 mg/100 mL de agua, con

diferencias en la eficacia según la concentración aplicada. Al calcular el coeficiente de relación, se cuantificó la intensidad de la correlación entre la efectividad del extracto (expresada en miligramos y convertida a ppm) y la mortalidad de las larvas.

En cuanto a los valores de eficiencia del compuesto según la CL50, esta se alcanzó a partir de 1.500 mg/100 mL, siendo la concentración de 2.500 mg/100 mL (25.000 ppm) la que produjo la mayor mortalidad larvaria, con un 83% ($R^2 = 0.83$). Estos resultados indican una relación directamente proporcional, en la que un aumento en la concentración del compuesto se traduce en una mayor efectividad, reflejada en una mayor mortalidad de larvas (Fig. 3).

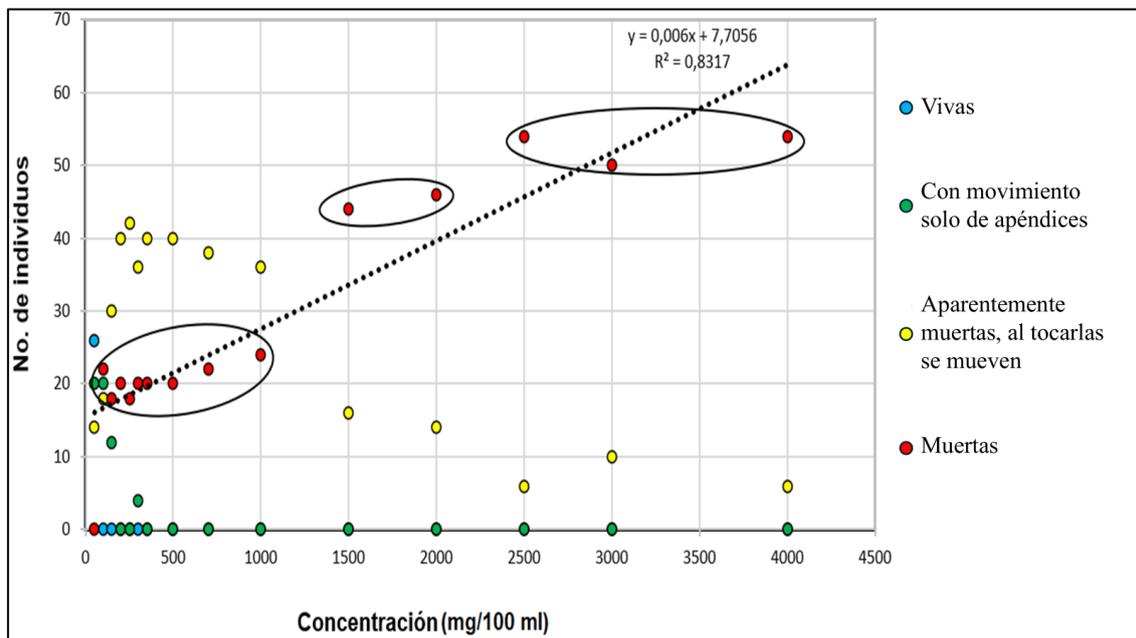


Figura 3. Relación de la concentración de la emulsión respecto al número de individuos en cada variable durante los bioensayos.

Rodríguez et al. (2010) registraron una alta mortalidad de larvas y adultos al incrementar la concentración de *Nicotiana tabacum* en sus ensayos. Sus resultados caracterizan a la nicotina como una molécula orgánica con actividad garrapaticida, capaz de ejercer un efecto regulador cuando se emplean cantidades elevadas.

Los resultados obtenidos en el presente estudio confirman esta tendencia. A concentraciones de entre 50 mg y 1.500 mg, se observó una inmovilización de las larvas desde el momento de la exposición, lo que eventualmente condujo a su muerte a las 120 horas. Asimismo, la exposición a concentraciones superiores a 100 mg generó una parálisis inmediata, con una mortalidad del 83% en concentraciones de 2.500 mg/100 mL.

De acuerdo con Koudela et al. (2018), esta insensibilidad se debe a la actividad de la nicotina, la nornicotina y la anabasina, alcaloides producidos por las plantas del tabaco como mecanismo de defensa. En dosis bajas, estos compuestos afectan los receptores nicotínicos nAChR, responsables del acoplamiento con la acetilcolina (*AchBP*), empleada en la sinapsis celular. Además, influyen en el potencial reproductivo de *R. microplus*. La inhibición de estos receptores impacta el sistema nervioso y los músculos de los animales bilaterales (López-Vera, 2010).

Tiempo Letal Medio (TL50)

Con base en el seguimiento de los bioensayos a los 15 minutos, 2, 8, 24, 48, 72, 96 y 120 horas tras la exposición de las larvas de garrapatas a la emulsión, se observó que la menor sobrevivencia se registró a las 120 horas. En la Tabla 3 se presenta el TL50 para *R. microplus* en las diferentes concentraciones evaluadas bajo condiciones controladas.

Se identificaron tres agrupaciones según el número de individuos afectados en función de la concentración de exposición (Fig. 3). La primera agrupación incluyó concentraciones de 100 a 1000 mg/100 mL, con una mortalidad promedio del 34.3% a las 120 horas. En la segunda agrupación, correspondiente a concentraciones de 1500 a 2000 mg/100 mL, la mortalidad se duplicó, alcanzando el 75% en el mismo periodo. Finalmente, la máxima efectividad se registró en concentraciones de 2500 a 4000 mg/100 mL, con un 87.8% de mortalidad a las 120 horas.

El TL50 fue de 104.6 horas en cinco concentraciones (entre 1500 mg y 4000 mg/100 mL). Se observó que la respuesta letal varió según la dosis aplicada y el tiempo de exposición, en comparación con el tratamiento de 50 mg/100 mL, en el cual no se registró mortalidad durante el estudio (Fig. 4a-4f).

Múltiples estudios han demostrado que ciertos productos naturales, como biomoléculas, solo resultan efectivos a partir de concentraciones específicas capaces de generar un efecto sobre el organismo, como es el caso de la nicotina (Goodman, 2006; Ramírez et al., 2009; Jordán-Galdámez, 2014).

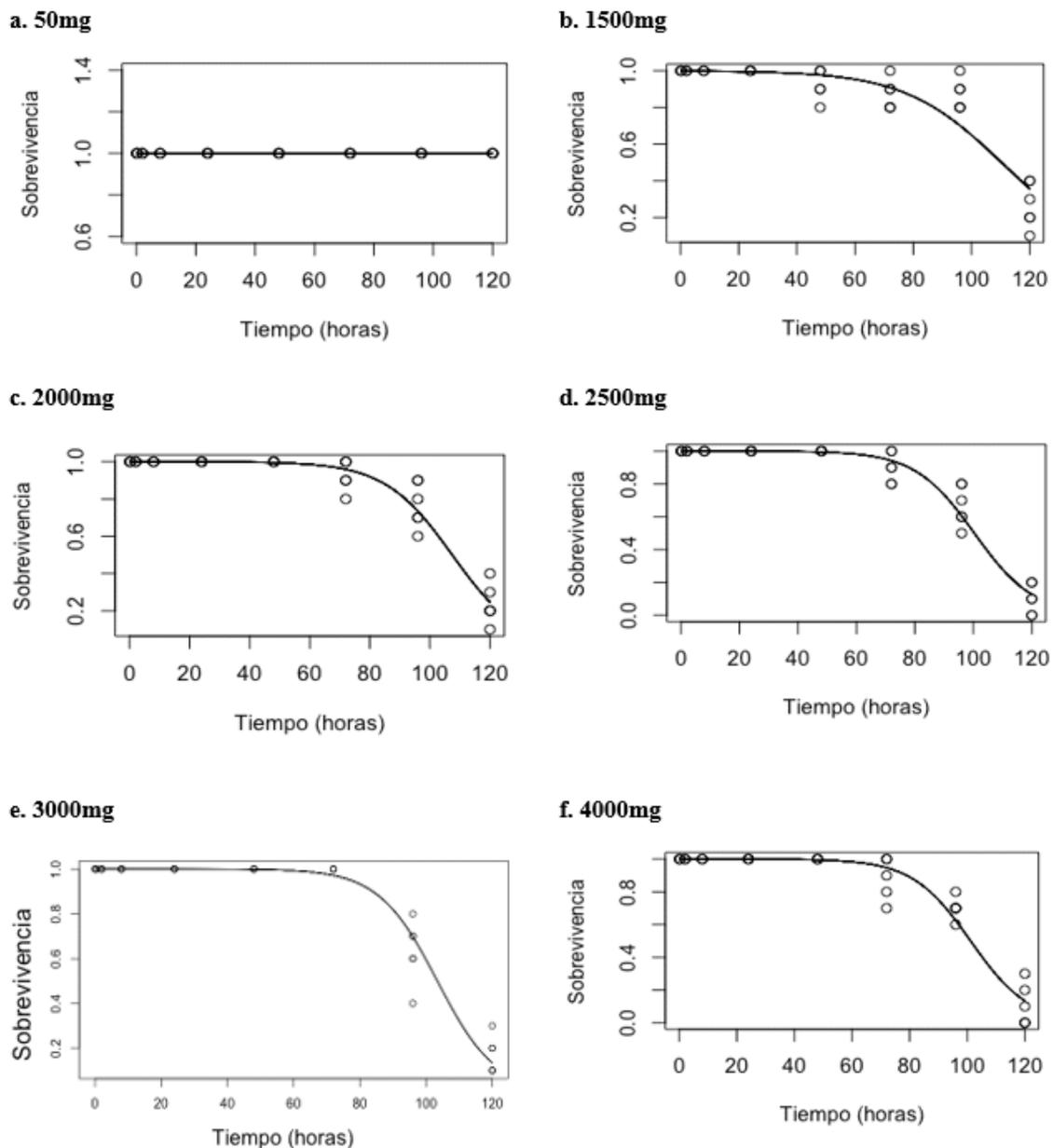


Figura 4. Proporción de sobrevivencia de garrapatas con diferentes concentraciones de la emulsión durante 120 horas; a.50mg, b.1500mg, c.2000 mg, d.2500mg, e.3000mg, f.4000mg.

Los bioensayos para evaluar los efectos de *Nicotiana tabacum* en condiciones de laboratorio han incluido principalmente estados adultos de *Rhipicephalus microplus*, registrando una eficiencia del 85% en la mortalidad de los individuos (Castelblanco-Sepúlveda et al., 2013). En el caso de las larvas, Neira et al. (2009) reportó una mortalidad del 70%.

Las larvas utilizadas en los bioensayos no murieron por inanición (falta de alimento) al día 7. Según Benavides et al. (2016), en ese momento pueden iniciar su metamorfosis para convertirse en adultos si las condiciones son óptimas; de lo contrario, pueden permanecer en estado de latencia como larvas durante un periodo de 3 a 4 meses o más sin alimentarse.

Tabla 3.

Tiempo letal medio (TL50) para las garrapatas R. microplus en diferentes concentraciones de N. tabacum y C. guianensis

Concentración		TL50 Promedio ± Error estándar
(mg/100mL)	ppm	
50	500	ND
100	1000	127.9 ± 4.55
150	1500	133.4 ± 6.83
200	2000	120.7 ± 251.22
250	2500	157.3 ± 13.96
300	3000	129.5 ± 5.39
350	3500	146.6 ± 12.23
500	5000	128.7 ± 5.67
700	7000	128.8 ± 5.67
1000	10000	125.8 ± 6.17
1500	15000	110.2 ± 3.22
2000	20000	107.4 ± 2.28
2500	20500	100.3 ± 2.07
3000	30.000	103.9 ± 1.93
4000	40.000	101.1 ± 2.06

Se presentan las curvas de sobrevivencia promedio de larvas expuestas a 15 concentraciones de la emulsión en los diferentes intervalos de tiempo hasta 120 horas. Se corrobora la tendencia del incremento de mortalidad a mayor concentración y mayor tiempo (Fig. 5).

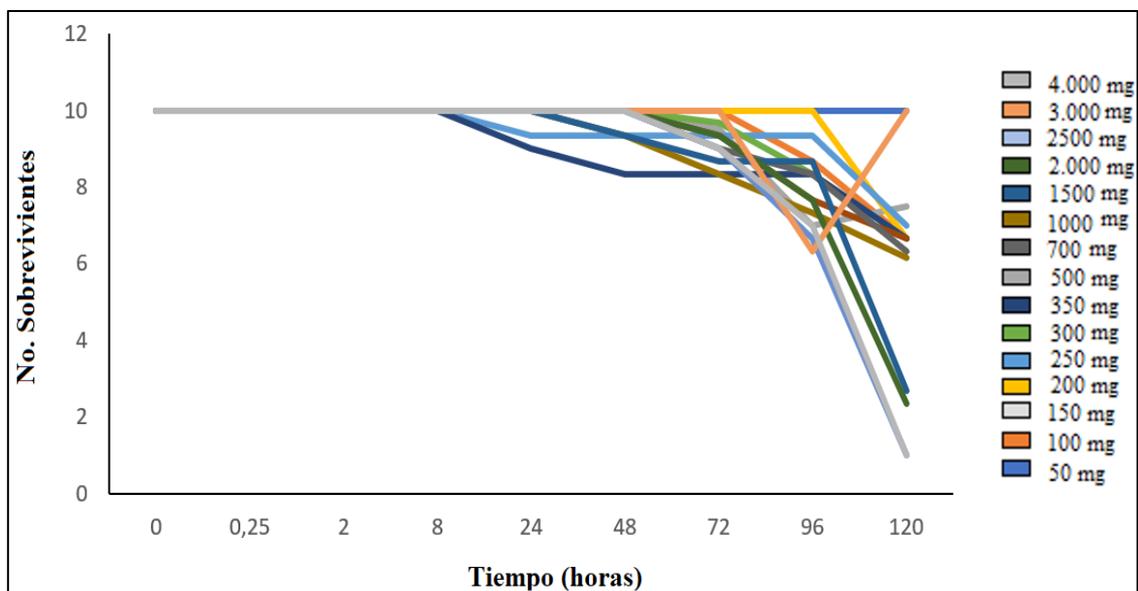


Figura 5. Sobrevivencia promedio en larvas de garrapatas en diferentes concentraciones de la emulsión en diferentes intervalos de tiempo.

Susceptibilidad de *Rhipicephalus microplus*

Basado en el comportamiento y mortalidad observada, se procesaron los datos mediante la Prueba Tukey, la cual mostró tendencias para cada una de las cuatro categorías o estados de las larvas durante el periodo de evaluación (Fig. 6).

Inicialmente se observó la decadencia de la población de larvas vivas (Estado1) desde los 15 minutos hasta las 48 horas, tiempo en el cual inició la mortalidad hasta las 120 horas. Las larvas que presentaron solo movimientos de apéndices (Estado 2), se mantuvieron en esa condición desde los 15 minutos hasta las 48 horas, no obstante, después se inició el incremento de muertes.

Los individuos con aparente muerte (Estado 3), presentaron pequeñas fluctuaciones, estabilización y posteriormente notoria decadencia (mayor numero individuos muertos), se puede inferir que a mayor tiempo aumenta la muerte (Estado 4).

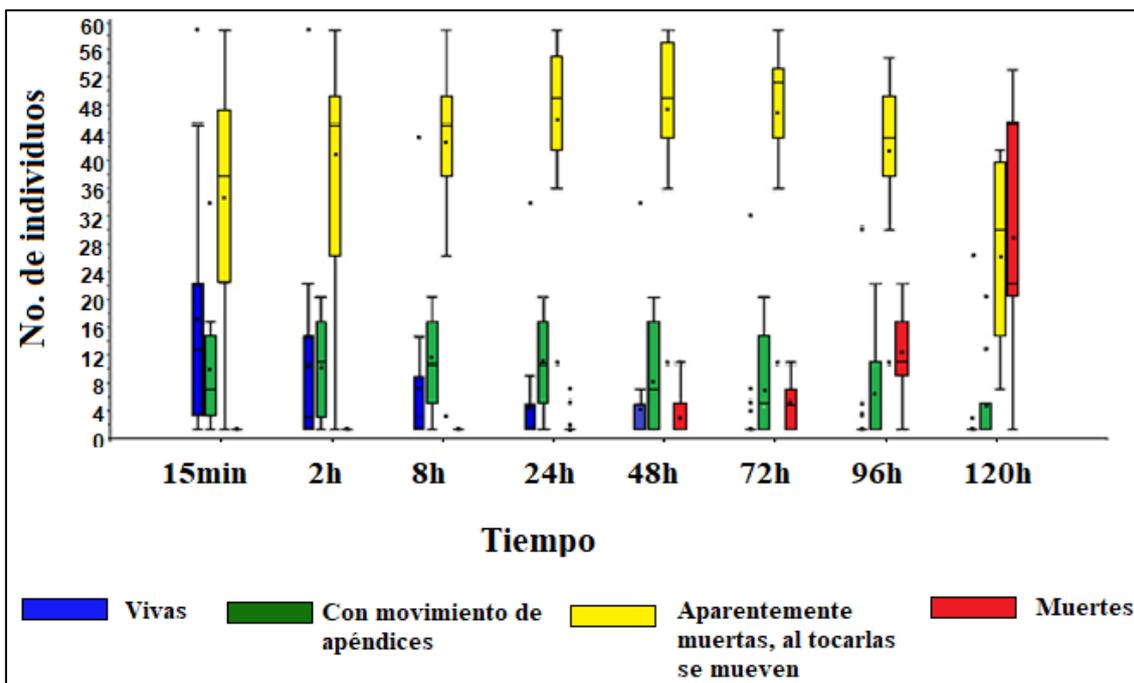


Figura 6. Efecto de la emulsión de *N. tabacum* y *C. guianensis* sobre las garrapatas, con relación al comportamiento de los individuos en el tiempo.

En este sentido, dar a conocer la concentración requerida para el control de garrapatas y el tiempo en el que actúa el preparado a base de *Nicotiana tabacum* y *Couropita gianensis*, permite optimizar sus metodologías de extracción, reducir costos de producción, esfuerzos y tiempo, debido a que pueden detectar errores en las concentraciones de los insumos que utilizan, tiempos de exposición a temperaturas, además de no dar por sentada la efectividad de una emulsión sin previa verificación en condiciones de laboratorio.

Diferentes investigaciones respaldan la hipótesis de que la búsqueda de alternativas para la regulación de poblaciones de garrapatas ha incluido la evaluación de compuestos activos como el tabaco *N. tabacum* (Castelblanco-Sepúlveda et al., 2013), también ha sido combinada con otras especies vegetales que poseen efectos acaricidas (Zaman et al., 2012; Pramono et al., 2018), que podrían ser una alternativa para reemplazar acaricidas a base de sustratos químicos, dado que el uso inadecuado de estas familias químicas han permitido la aparición de poblaciones ixodícidas resistentes, que a su vez causan daño en el ambiente, desequilibrio sanitario y económico en fincas o hatos de producción bovina.

Según Alonso-Díaz & Fernández-Salas, (2022) los estudios en laboratorio han reportado que el uso de extractos de plantas para el control y resistencia en insectos ha sido factible, al igual que se ha demostrado una alta eficacia en contra de garrapatas en diferentes estadios, como adultas, larvas, y oviposición,

posterior a la eclosión de garrapatas. Aunque se ha registrado que bajo diferentes condiciones medioambientales en las regiones dicha actividad acaricida puede ser variada (Sierra-Vásquez & Piñeiro-Vázquez, 2022). También se le atribuyen los cambios en la actividad a la preparación, dependiendo al estadio que se quiera hacer seguimiento, en el caso de Koudela, (2019) experimentó con *N. tabacum* al deshidratar las hojas para hacer control en garrapatas adultas y así, obteniendo resultados con una eficacia total. De este modo se demuestra que la efectividad ixodicidas (garrapaticida) de *N. tabacum* y compuestos naturales son eficaces.

Basado en la metodología y resultados obtenidos, para próximos bioensayos se sugiere: (i). Realizar un estudio químico a la emulsión preparada, para especificar de una mejor forma su actividad y analizar a qué compuestos se le puede atribuir la actividad presentada, (ii). Profundizar en el estudio de los componentes activos de los frutos de *Couroupita guianensis* y determinar su capacidad garrapaticida, (iii). Reemplazar el uso de cajas de Petri por frascos de vidrio de 100 mL, para evitar la dispersión de las larvas de garrapatas.

Conclusiones

Este estudio comprobó la efectividad del compuesto a base de *Nicotiana tabacum* y *Couroupita guianensis*, preparado por la comunidad indígena Uitoto Murui del Municipio de Solano (Caquetá), para el control de larvas de *Rhipicephalus microplus*.

Los resultados obtenidos proporcionan información valiosa a la Fundación Amaz Vida sobre la eficacia de este compuesto, permitiendo acompañar a la comunidad indígena Uitoto Murui en sus iniciativas para regular poblaciones de organismos perjudiciales para la salud y la economía.

De las 15 concentraciones evaluadas, los análisis visuales y estadísticos confirmaron una relación directamente proporcional entre el tiempo de exposición y la concentración del compuesto con la mortalidad larvaria, excepto en la concentración más baja (50 mg/100 mL).

La Concentración Letal Media (CL50) se alcanzó a partir de 1.500 mg/100 mL, mientras que el Tiempo Letal Medio (TL50) se estableció en 104,6 horas. La mortalidad registrada fue del 87,8% en concentraciones entre 1.500 y 4.000 mg/100 mL.

Las concentraciones necesarias para alcanzar la DL50 en garrapatas resultaron superiores a las reportadas en la literatura disponible.

Para la Universidad de la Amazonia, estos resultados fortalecen los vínculos con entidades con las que mantiene convenios, además de contribuir a su misión en la región, fomentando la transferencia de conocimiento a la sociedad y promoviendo el desarrollo sostenible de los recursos.

Referencias bibliográficas

- Alonso-Díaz, M. A., & Fernández-Salas, A. (2022). *Rhipicephalus microplus*: biología, control y resistencia. *CEIEGT Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión En Ganadería Tropical*, 44. https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiegt/archivos/Manual_R_Microplus.pdf
- Álvarez, V., Loaiza, J., Bonilla, R., & Barrios, M. (2008). Control in vitro de garrapatas (*Boophilus microplus*; Acari: Ixodidae) mediante extractos vegetales. *Revista de Biología Tropical*, 56(1), 291-302. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v56n1/art21v56n1.pdf>
- Anderson, J. F., & Magnarelli, L. A. (2008). Biology of ticks. *Infectious disease clinics of North America*, 22(2), 195-215. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0891552007001237>
- Andreotti, R., Pérez de León, A. A., Dowd, S. E., Guerrero, F. D., Bendele, K. G., & Scoles, G. A. (2011). Assessment of bacterial diversity in the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* through tag-encoded pyrosequencing. *BMC microbiology*, 11, 1-11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21211038/>
- Araque, A., Ujueta, S., Bonilla, R., Gómez, D., & Rivera, J. (2014). Resistencia a acaricidas en *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* de algunas explotaciones ganaderas de Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 17(1), 161-170. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262014000100018&script=sci_arttext

- Benavides, E., Romero-Prada, J., & Villamil-Jiménez, L. C. (2016). *Las garrapatas del ganado bovino y los agentes de enfermedad que transmiten en escenarios epidemiológicos de cambio climático: Guía para el manejo de garrapatas y adaptación al cambio climático Universidad de La Salle. (IICA). Costa Rica, 93p.* <http://repositorio.iica.int/handle/11324/7231>
- Bustillos, R., Carrillo, J., Jacho, G., Enríquez, S., & Rodríguez, R. (2015). Comportamiento Poblacional de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en bovinos en dos áreas geográficas del Ecuador. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 28(4). <https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/403>
- Castelblanco-Sepúlveda, L., Sanabria Rodríguez, O. J., Cruz Carrillo, A., & Rodríguez Molano, C. E. (2013). Reporte preliminar del efecto ixodicida de extractos de algunas plantas sobre garrapatas *Boophilus microplus*. *Revista Cubana de plantas medicinales*, 18(1), 118-130. <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v18n1/pla14113.pdf>
- Cuevas-Díaz, M. D. C., Domínguez, F. A. S., & Toledo, Á. M. (2012). Monitoreo de suelos contaminados mediante pruebas ecotoxicológicas. *Tlatemoani: revista académica de investigación*, (11), 7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7323794>
- Cuore, U., Acosta, W., Bermúdez, F., Silva, O., García, I., Pérez, R., Luengo, L., Trelles, A. & Solari, M. (2015). Tratamiento generacional de la garrapata. Aplicación de una metodología en un manejo poblacional para la erradicación de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* resistentes a lactonas macrocíclicas. *Veterinaria (Montevideo)*, 51, 14-25. <http://www.scielo.edu.uy/pdf/vet/v51n198/v51n198a02.pdf>
- Cuore, U., Solari, M. A., & Trelles, A. (2017). Situación de la resistencia y primer diagnóstico de poblaciones de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* resistente a cinco principios activos en forma simultánea en Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)*, 53(205), 13-19. <https://www.revistasmvu.com.uy/index.php/smvu/article/view/92>
- Davicino, R., Mattar, M. A., Casali, Y. A., Correa, S. G., Pettenati, E. M., & Micalizzi, B. (2007). Actividad antifúngica de extractos de plantas usadas en medicina popular en Argentina. *Revista peruana de biología*, 14(2), 247-252. <https://doi.org/10.15381/rpb.v14i2.1784>
- Estrada-Peña, A. (2015). Orden Ixodida: Las garrapatas. *Revista IDE@ - SEA*, 13, 1-15. http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_13.pdf
- FEDEGAN. (2014). *Proliferación de garrapatas se debe a descuido en transporte de bovinos*. Contexto Ganadero. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/proliferacion-de-garrapatas-se-debe-descuido-en-transporte-de-bovinos>
- Gallardo, J. S., & Morales, J. (1999). *Boophilus microplus (Acari: Ixodidae): Preoviposición, oviposición, incubación de los huevos y geotropismo*. *Bioagro*, 11(3), 77-87. [http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev11\(3\)/1.%20Boophilus%20microplus%20incubaci%C3%B3n%20de%20los.pdf](http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev11(3)/1.%20Boophilus%20microplus%20incubaci%C3%B3n%20de%20los.pdf)
- Gaur, R. S., Sangwan, A. K., Sangwan, N., & Kumar, S. (2016). Acaricide resistance in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* and *Hyalomma anatolicum* collected from Haryana and Rajasthan states of India. *Experimental and Applied Acarology*, 69, 487-500. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10493-016-0046-1>
- Goodman, G. (2006). *Las Bases Farmacológicas de la Terapéutica*. México: McGraw. 10 ed. Vol.1. <https://oncousd.files.wordpress.com/2015/06/goodman-farmacologia.pdf>
- Google Earth (2022). *Localidad recolección garrapatas (Rhipicephalus microplus)*. <https://earth.google.com/>
- Guglielmo, A. A., Estrada, A., Keirans, J., & Robbins, R. (2003). *Ticks (Acari: Ixodida) of the Neotropical Zoogeographic Region*. Houten, Países Bajos: Universiteit Utrecht. hardbound, 173 pp. <https://www.proquest.com/openview/70df9243532849496ce5fc4d2e69c567/1?pq-origsite=gscholar&cbl=32619>
- Hernández-Rodríguez, Y., Fuentes-Castillo, A., & Quintana-Torrente, Y. (2016). Control integrado de garrapatas (*Rhipicephalus microplus*) en un pequeño rebaño bovino. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(9), 1-10. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63647456011.pdf>
- Jaramillo, H. D., González, R. A., Pedraza, C. N., Sierra, A.J., García, M. G., & Jara, A. J. (2020). Evaluación del efecto acaricida de *Momordica charantia*, *Megaskepsma erythrochlamys* y *Gliricidia sepium* sobre *Rhipicephalus microplus*. *Revista MVZ Córdoba*, 25(1), 42-50. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1951>
- Jongejan, F., & Uilenberg, G. (2004). The global importance of ticks. *Parasitology*, 129(S1), S3-S14. <https://doi.org/10.1017/S0031182004005967>

- Jordán-Galdámez, H. J. A. (2014). *Evaluación del efecto ixodicida in vitro de la infusión de hojas de tabaco (Nicotiana tabacum) contra las garrapatas (Rhipicephalus microplus), en fase adulta del ganado bovino* (Doctoral dissertation), Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/1612>
- Kocan, K. M., de la Fuente, J., Blouin, E. F., Coetzee, J. F., & Ewing, S. A. (2010). The natural history of *Anaplasma marginale*. *Veterinary parasitology*, 167(2-4), 95-107. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.09.012>
- Koudela, J. (2019). *Eficacia de un extracto de Nicotiana Tabacum sobre el comportamiento reproductivo de la garrapata común del bovino*. Universidad Nacional del Nordeste. <http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/51942>
- Koudela, J., Camargo, F. J., Ricciardi Verrastro, B. V., Torres, A. M., Bogado, F. A., & Lozina, L. A. (2018). *Identificación de alcaloides de un extracto acuoso de hojas de nicotiana tabacum por cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas*. Universidad Nacional del nordeste. <http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/49875>
- López-Vera, E. (2010). Los receptores nicotínicos de acetilcolina y las α -conotoxinas. *Revista de Educación Bioquímica*, 29(1), 8-12. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2010/reb101c.pdf>
- Márquez, L. D. (2008). Residuos químicos en alimentos de origen animal: problemas y desafíos para la inocuidad alimentaria en Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 9(1), 124-135. <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945024014.pdf>
- Martins, R. M. (2006). Estudio in vitro de la acción acaricida del aceite esencial de la gramínea Citronela de Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) en la garrapata *Boophilus microplus*. *Rev Bras Pl Med Botucatu*, 8(2), 71-78. https://sbpmed.org.br/admin/files/papers/file_OSZFEhdO1eQP.pdf
- Martins, R. M., & González, F. H. D. (2007). Uso del aceite de citronela de Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) (Panicoidideae) como acaricida frente a la garrapata *Boophilus microplus* Canestrini (Acari: Ixodidae). *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 9(4), 1-8. https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/RBPM-RevistaBrasileiradePlantasMedicinai/s/artigo1_v9_n4.pdf
- Nápoles, D., Sebasco, K. M., Colas, M., López, W., & Meireles, T. (2016). Eficacia in vitro de *Morinda citrifolia* L para el Control de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(4), 833-839. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i4.12562>
- Neira, J., Carvajal, L., Cala, F., & Gómez, J. (2009). Evaluación del efecto de la tintura de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en el control biológico de La garrapata. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 3(22), 551-552.
- ONIC. (2021). *Muina Murui. X Congreso Nacional de Pueblos indígenas de la ONIC*. <https://www.onic.org.co/pueblos/1125-muinane>
- Orjuela-Chaves, J. A., & Cuellar-Silva, A. (2015). Estabilidad enzoótica de hemoparásitos en terneros de una zona de bosque húmedo tropical del piedemonte amazónico colombiano. *Revista Facultad Ciencias Agropecuarias FAGROPEC*, 7(2), 55-59. <https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/fagropec/article/view/325/315>
- Palacios-Cárdenas, M. (2019). *Puesta a punto de una prueba serológica para estudios de seroprevalencia de babesiosis bovina utilizando proteínas recombinantes de Babesia bovis como antígenos*. (Tesis Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia), Universidad Autónoma del Estado de México Centro Universitario UAEM Amecameca, 92 p. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/105743>
- Pino, J., & Alvis, R. (2009). Efecto de *Brugmansia arborea* (L.) Lagerheim (Solanaceae) en el sistema reproductor masculino de ratón. *Revista Peruana de Biología*, 15(2), 125-127. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v15n2/a20v15n2.pdf>
- Polanco-Echeverry, D. N., & Ríos-Osorio, L. A. (2016). Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(1), 81-95. <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v17n1/v17n1a08.pdf>
- Pramono, A., Fauzantoro, A., Hidayati, I. R., Hygea, A., Puspita, O. S., Muktamiroh, H., ... & Gozan, M. (2018). In vitro assay of ethanolic heat reflux extract of *Nicotiana tabacum* L. var Virginia against nosocomial bacteria pathogen. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 970, No. 1, p. 012021). IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/970/1/012021/pdf>
- Ramírez, M., Cruz-Carrillo, A., & Rodríguez Molano, C. (2009). Evaluación preliminar del efecto de los extractos etanólicos de cinco plantas medicinales sobre la mosca de los cuernos *Haematobia*

- irritans L. (Diptera: Muscidae). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 12(1), 69-78. <https://doi.org/10.31910/rudca.v12.n1.2009.643>
- Ramos, J., Londoño, C. A., & Marín, M. (2021). Mariposas asociadas a bosques en Solano, Caquetá, Amazonia Colombiana (Lepidoptera: Papilionoidea). *Biota Colombiana*, 22(2), 56–69. <https://doi.org/10.21068/c2021.v22n02a03>
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Rodríguez, A., Rodríguez, C., & Cruz, A. (2010). Efecto ixodicida de los extractos etanólicos de algunas plantas sobre garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Revista MVZ Córdoba*, 15(3), 2175-2184. <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/304/372>
- Rosado-Aguilar, J. A., Arjona-Cambranes, K., Torres-Acosta, J. F. J., Rodríguez-Vivas, R. I., Bolio-González, M. E., Ortega-Pacheco, A., ... & Aguilar-Caballero, A. J. (2017). Plant products and secondary metabolites with acaricide activity against ticks. *Veterinary Parasitology*, 238, 66-76. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.03.023>
- Ruiz-Malaver, N. A., & Blanco-Niño, R. (2009). *Grado de resistencia del Rhipicephalus Boophilus microplus a productos ixodicidas, y su residualidad en leche en 20 predios del sistema doble propósito del piedemonte llanero*. (tesis de grado), Universidad de La Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias. <https://hdl.handle.net/20.500.14625/19068>
- Sierra-Vásquez, Á. C., & Piñero-Vázquez, Á. T. (2022). *EXTRACTOS ETANÓLICOS PARA EL CONTROL DE Rhipicephalus microplus EN BOVINOS CRIOLLOS DE NUNKINÍ*. Tecnológico Nacional de México. <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/4424>
- Souza, L., Arias, A., Santos, F., Souza, P. L., & Rêgo, G. (2014). Bovine babesiosis and anaplasmosis complex: diagnosis and evaluation of the risk factors from Bahia, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 23(3), 328–336. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612014064>
- Universidad Estatal de Iowa. (2007). *Rhipicephalus (Boophilus) microplus: Garrapata del ganado del sur, garrapata del ganado bovino*. https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/boophilus_microplus-es.pdf
- Vázquez-Villegas, P. T., Meza-Gordillo, R., Gutiérrez-Miceli, F. A., Ruíz-Valdiviezo, V. M., Villalobos-Maldonado, J. J., Montes-Molina, J. A., & Fernández-Toledo, A. A. J. (2018). Determinación de CL50 y CE50 de endosulfán lactona y diazinón en lombriz de tierra (*Eisenia foetida*). *Agroproductividad*, 11(4), 105-112. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/277/206>
- Villar, D., Gutiérrez, J., Piedrahita, D., Rodríguez-Durán, A., Cortés-Vecino, J. A., Góngora-Orjuela, A., Martínez, N., & Chaparro-Gutiérrez, J. J. (2016). Resistencia in vitro a acaricidas tópicos de poblaciones de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* provenientes de cuatro departamentos de Colombia. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 11(3), 58-70. <http://www.scielo.org.co/pdf/cmzv/v11n3/v11n3a07.pdf>
- Yaima-Yate, J., & Díaz-Rivera, E. (2022). *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Murrell & Barker, 2003 (Ixodida: Ixodidae) evaluación de la efectividad de acaricidas sobre sus poblaciones en el Tolima medio. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 26(1), 25-40. <https://doi.org/10.17151/bccm.2022.26.1.2>
- Zaman, M. A., Iqbal, Z., Abbas, R. Z., Khan, M. N., Muhammad, G., Younus, M., & Ahmed, S. (2012). In vitro and in vivo acaricidal activity of a herbal extract. *Veterinary Parasitology*, 186(3-4), 431-436. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.11.018