

Manejo integrado de *Rhipicephalus microplus*: resistencia a acaricidas y estrategias biológicas en la Amazonía ecuatoriana

Integrated management of *Rhipicephalus microplus*: acaricide resistance and biological control strategies in the Ecuadorian Amazon

José Eduardo Zapata Gaibor¹[0009-0005-9862-2944], Tannia Jazmín Vargas Tierra²[0000-0003-4777-4559],
Vanessa Morales León³[0000-0002-8047-1966], Sandra Isabel Castañeda Caguana¹[0000-0003-2213-2373]

¹ Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba 060106, Ecuador

² Grupo de Investigación YASUNI-COSUDE, Sede Orellana, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Coca 220001, Ecuador

³ Grupo de Investigación GIMA, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Panamericana Sur Km 1 ½, Riobamba 060106, Ecuador

¹jose.zapata@epoch.edu.ec; ²tannia.vargas@epoch.edu.ec; ³vanessa.morales1@epoch.edu.ec;
⁴sandra.castanieda@epoch.edu.ec

CITA EN APA:

Zapata Gaibor, J. E., Vargas Tierra, T. J., Morales León, V., & Castañeda Caguana, S. I. (2025). Manejo integrado de *Rhipicephalus microplus*: resistencia a acaricidas y estrategias biológicas en la Amazonía ecuatoriana. *Tesla Revista Científica*, 5(2), e418. <https://doi.org/10.55204/trc.v5i2.e418>

Recibido: 2025-05-15

Revisado: 2025-05-02 al 2025-05-20

Corregido: 2025-05-30

Aceptado: 2025-06-14

Publicado: 2025-06-14

TESLA

Revista Científica

ISSN: 2796-9320



Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras.

The contents of this article are under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license. The authors retain the moral and patrimonial rights of their works.

Resumen: La garrapata bovina *Rhipicephalus microplus* representa una limitante crítica para la producción ganadera en regiones tropicales, debido a su impacto sobre la salud animal y su papel como vector de enfermedades hemoparasitarias. El control tradicional se ha basado en el uso de acaricidas químicos; sin embargo, su aplicación intensiva ha favorecido la aparición de resistencia, reduciendo su eficacia. Esta revisión analiza la resistencia a ivermectina y cipermetrina en poblaciones de *R. microplus* de la Amazonía ecuatoriana, donde se evidencian variaciones en la susceptibilidad, con niveles de resistencia moderada y tolerancia emergente. Frente a esta problemática, se evalúan alternativas sostenibles como extractos vegetales y control biológico. Especies como *Piper aduncum*, *Mansoa alliacea* y *Lonchocarpus nicou* presentan actividad acaricida dependiente de la concentración, mientras que *Beauveria bassiana* muestra alta eficacia con mortalidades superiores al 90% en condiciones de laboratorio. La integración de estrategias químicas, botánicas y biológicas se plantea como una alternativa viable para reducir la presión de selección y mejorar la sostenibilidad del control de garrapatas en sistemas ganaderos tropicales. **Palabras clave:** *Rhipicephalus microplus*, resistencia a acaricidas, control biológico, extractos vegetales, manejo integrado

Abstract: The cattle tick *Rhipicephalus microplus* represents a critical constraint for livestock production in tropical regions due to its impact on animal health and its role as a vector of hemoparasitic diseases. Traditional control has relied on the use of chemical acaricides; however, their intensive application has promoted the development of resistance, reducing their effectiveness. This review analyzes resistance to ivermectin and cypermethrin in populations of *R. microplus* from the Ecuadorian Amazon, where variations in susceptibility are evident, with moderate resistance levels and emerging tolerance. In response to this issue, sustainable alternatives such as plant extracts and biological control are evaluated. Species such as *Piper aduncum*, *Mansoa alliacea*, and *Lonchocarpus nicou* show concentration-dependent acaricidal activity, while *Beauveria bassiana* demonstrates high efficacy, achieving mortality rates above 90% under laboratory conditions. The integration of chemical, botanical, and biological strategies is proposed as a viable alternative to reduce selection pressure and improve the sustainability of tick control in tropical livestock systems.

Keywords: *Rhipicephalus microplus*, acaricide resistance, biological control, plant extracts, integrated management.

1. INTRODUCCIÓN

La producción bovina constituye una de las principales actividades pecuarias en regiones tropicales

y subtropicales, donde representa una fuente fundamental de proteína animal y un componente importante de la economía rural. Sin embargo, el desarrollo de esta actividad se ve limitado por diversos factores sanitarios que afectan la productividad del ganado, entre los cuales las infestaciones por garrapatas representan uno de los problemas más relevantes en los sistemas de producción bovina (Pérez-de-León et al., 2020; Jonsson et al., 2020). La presencia de ectoparásitos hematófagos en el ganado provoca pérdidas económicas asociadas a la disminución en la ganancia de peso, reducción en la producción de leche y deterioro general de la condición corporal de los animales infestados (Estrada-Peña et al., 2021).

Entre las especies de mayor importancia veterinaria se encuentra *Rhipicephalus microplus*, una garrapata ampliamente distribuida en regiones tropicales y subtropicales que afecta principalmente al ganado bovino. Este ectoparásito se alimenta de sangre durante gran parte de su ciclo biológico, lo que puede provocar anemia, estrés fisiológico y reducción en el rendimiento productivo de los animales infestados (Ghosh et al., 2022). Además, *R. microplus* desempeña un papel epidemiológico importante como vector de agentes patógenos responsables de enfermedades hemoparasitarias como la babesiosis y la anaplasmosis bovina, las cuales representan un problema sanitario significativo en sistemas ganaderos tropicales (de la Fuente et al., 2020; Dantas-Torres et al., 2021).

Debido al impacto sanitario asociado a este ectoparásito, el control de garrapatas en sistemas ganaderos se ha basado históricamente en el uso de acaricidas químicos. Entre los compuestos más utilizados se encuentran los piretroides sintéticos, organofosforados, amidinas y lactonas macrocíclicas, los cuales han demostrado inicialmente altos niveles de eficacia en la reducción de infestaciones en el ganado (George et al., 2021). Sin embargo, el uso intensivo de estos productos ha generado una presión de selección sobre las poblaciones de garrapatas, favoreciendo la aparición de individuos con diferentes niveles de tolerancia a los compuestos químicos utilizados en los programas de control sanitario (Klafke et al., 2024).

La resistencia a acaricidas se desarrolla cuando individuos capaces de sobrevivir a la exposición del compuesto transmiten estas características a las generaciones posteriores, lo que con el tiempo conduce a una disminución progresiva de la eficacia de los productos utilizados. Este fenómeno ha sido documentado en diversas regiones del mundo y actualmente representa uno de los principales desafíos para el control de *Rhipicephalus microplus* en sistemas ganaderos tropicales (Sabatini et al., 2021). Diversos estudios han demostrado que las poblaciones de garrapatas pueden desarrollar resistencia a múltiples clases de acaricidas, incluyendo piretroides, organofosforados y lactonas macrocíclicas (Masaquiza, 2025; Lema, 2024; Rojas-Cabeza et al., 2024).

Ante esta problemática, en los últimos años ha surgido un creciente interés en el desarrollo de estrategias alternativas que permitan reducir la dependencia exclusiva del control químico. Entre estas alternativas se encuentra el uso de compuestos de origen vegetal con actividad acaricida, los cuales han mostrado efectos prometedores en el control de garrapatas debido a la presencia de metabolitos secundarios con propiedades insecticidas (Pavela et al., 2022). Asimismo, el control biológico mediante hongos entomopatógenos ha sido propuesto como una herramienta potencial para el manejo de poblaciones de

garrapatas en sistemas ganaderos (Rajput et al., 2024).

En particular, hongos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* han demostrado capacidad para infectar y provocar mortalidad en diferentes estadios del ciclo biológico de *Rhipicephalus microplus*, lo que sugiere su potencial como agentes de control biológico en programas de manejo integrado de garrapatas (Alonso-Díaz et al., 2021; Quezada y Quezada 2022). La integración de estrategias basadas en control químico racional, extractos vegetales y agentes biológicos podría contribuir a reducir la presión de selección ejercida por los acaricidas sintéticos y mejorar la sostenibilidad de los sistemas ganaderos en regiones tropicales (Makwarela et al., 2025).

Por lo tanto, el objetivo de esta revisión es analizar el estado actual del conocimiento sobre la resistencia a acaricidas en *Rhipicephalus microplus* y discutir el potencial de estrategias alternativas basadas en extractos vegetales y control biológico para el manejo sostenible de garrapatas en sistemas ganaderos tropicales.

2. DESARROLLO

Interacción biológica entre *Rhipicephalus microplus* y el hospedador

El éxito biológico de *Rhipicephalus microplus* como ectoparásito hematófago radica en su capacidad para establecer una interacción altamente especializada con el hospedador, principalmente bovinos, mediante mecanismos fisiológicos, inmunológicos y bioquímicos que le permiten evadir las defensas del animal y optimizar su alimentación sanguínea. Durante el proceso de fijación, las garrapatas insertan su aparato bucal en la piel del hospedador, secretando saliva rica en compuestos bioactivos con propiedades anticoagulantes, antiinflamatorias e inmunomoduladoras, lo que facilita la ingestión de sangre y prolonga el tiempo de alimentación sin ser detectadas (Tirloni et al., 2020).

La saliva de *R. microplus* contiene proteínas como serpinas, lipocalinas y metaloproteasas que inhiben la coagulación sanguínea y reducen la respuesta inflamatoria local. Estas moléculas interfieren con la cascada de coagulación y bloquean la activación de células inmunes del hospedador, permitiendo que el parásito permanezca adherido durante varios días (Coutinho et al., 2020). Además, se ha demostrado que estas secreciones afectan la presentación de antígenos, debilitando la respuesta inmune adaptativa del hospedador y favoreciendo infestaciones recurrentes.

Desde el punto de vista fisiopatológico, la infestación por *Rhipicephalus* spp., genera múltiples efectos negativos en el ganado. Entre los efectos directos se incluyen la pérdida de sangre, irritación cutánea, lesiones dérmicas y estrés fisiológico, los cuales repercuten en la disminución del consumo de alimento, reducción en la ganancia de peso y menor producción de leche. En infestaciones severas, la pérdida de sangre puede inducir anemia, especialmente en animales jóvenes o inmunocomprometidos (Jonsson et al., 2020).

Adicionalmente, las lesiones causadas por la fijación de las garrapatas predisponen al hospedador a infecciones secundarias, deteriorando la calidad de la piel y reduciendo el valor comercial del cuero. Sin embargo, el impacto más relevante está asociado a su papel como vector de patógenos hemoparasitarios

como *Babesia* spp., y *Anaplasma marginale*, los cuales agravan el cuadro clínico mediante procesos de hemólisis, fiebre y, en casos severos, mortalidad (de la Fuente et al., 2020).

Otro aspecto clave en la interacción hospedador–parásito es la variabilidad en la respuesta inmune del ganado. Se ha observado que razas bovinas adaptadas a regiones tropicales presentan mayor resistencia natural a la infestación por garrapatas en comparación con razas europeas, lo que se atribuye a diferencias genéticas en la respuesta inmunitaria y características de la piel (Ghosh et al., 2022). Este fenómeno tiene implicaciones importantes en programas de manejo integrado, ya que la selección genética puede ser utilizada como una estrategia complementaria para el control de ectoparásitos.

En conjunto, la compleja interacción entre *Rhipicephalus microplus* y su hospedador constituye un factor determinante en la dinámica de infestación y en la eficiencia reproductiva del parásito. La comprensión de estos mecanismos es fundamental para el desarrollo de estrategias de control más eficaces, especialmente aquellas orientadas a interferir con los procesos de alimentación, reproducción y transmisión de patógenos en sistemas ganaderos tropicales.

Biología, ciclo de vida y distribución de *Rhipicephalus microplus*

Rhipicephalus microplus es considerada una de las garrapatas de mayor importancia veterinaria a nivel mundial, debido a su impacto sobre la productividad del ganado bovino en regiones tropicales y subtropicales. Este ectoparásito hematófago afecta la salud animal mediante la pérdida de sangre, irritación cutánea y disminución en el rendimiento productivo del ganado (Jonsson et al., 2020). Además, su capacidad para transmitir patógenos hemáticos incrementa el impacto sanitario en sistemas ganaderos extensivos (de la Fuente et al., 2020).

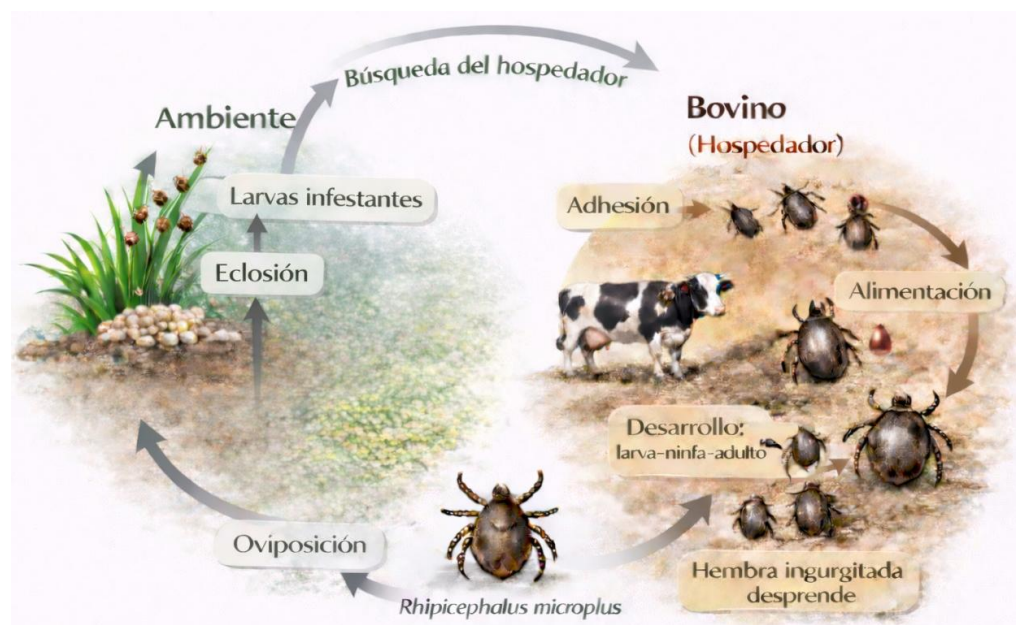
Esta especie presenta un ciclo biológico caracterizado por la utilización de un solo hospedador, lo que significa que las fases de larva, ninfa y adulto se desarrollan sobre el mismo animal. Esta estrategia biológica favorece la persistencia de infestaciones en el ganado y aumenta la eficiencia reproductiva de la especie en ambientes tropicales (Ghosh et al., 2022). La adaptación de este ciclo monóxeno ha sido señalada como uno de los factores que explican el éxito ecológico de la especie en regiones cálidas (Estrada-Peña et al., 2021).

El ciclo de vida de *R. microplus* inicia con la oviposición de la hembra ingurgitada en el ambiente (Figura 1), cada hembra puede depositar entre dos y cuatro mil huevos en condiciones favorables, lo que permite el rápido incremento de las poblaciones en áreas ganaderas (George et al., 2021). La incubación de los huevos depende principalmente de factores ambientales como temperatura y humedad relativa, los cuales determinan la tasa de eclosión y la supervivencia de las larvas (Dantas-Torres et al., 2021).

Una vez que las larvas emergen de los huevos, ascienden a la vegetación y permanecen en espera de un hospedador adecuado. Cuando detectan la presencia de bovinos mediante estímulos químicos o físicos, se adhieren al animal e inician el proceso de alimentación sanguínea (Sonenshine & Roe, 2014). Durante esta fase, las larvas se transforman en ninfas y posteriormente en adultos sin abandonar el hospedador (Klafke et al., 2024).

Figura 1.

Ciclo biológico de *Rhipicephalus microplus*, mostrando las etapas de desarrollo y su interacción con el hospedador bovino.



Tras completar su alimentación, las hembras adultas se desprenden del hospedador y caen al suelo para iniciar la fase no parasitaria del ciclo. En esta etapa ocurre la digestión del alimento ingerido y la maduración de los ovarios antes de la oviposición (Sabatini et al., 2021). La duración de esta fase puede variar considerablemente dependiendo de las condiciones ambientales presentes en el ecosistema ganadero (Makwarela et al., 2025).

Las condiciones climáticas desempeñan un papel fundamental en la dinámica poblacional de *Rhipicephalus microplus*. Temperaturas elevadas y altos niveles de humedad relativa favorecen el desarrollo embrionario y la supervivencia larvaria, lo que permite la presencia de infestaciones continuas durante todo el año en regiones tropicales (Estrada-Peña & Salman, 2013). En contraste, periodos prolongados de sequía pueden reducir la supervivencia de larvas en el ambiente (Perret et al., 2020).

Debido a estas características ecológicas, la distribución de *R. microplus* se concentra principalmente en regiones tropicales y subtropicales de América Latina, África, Asia y Oceanía. La expansión geográfica de esta especie ha sido asociada con cambios climáticos, movimiento de ganado y adaptaciones fisiológicas que permiten su supervivencia en nuevos ecosistemas (Makwarela et al., 2025). Como consecuencia, el control de esta garrapata continúa siendo uno de los principales desafíos para la producción bovina en zonas tropicales (Rodríguez-Vivas et al., 2020).

Resistencia a acaricidas en *Rhipicephalus microplus*

El control químico ha sido durante décadas la principal estrategia para reducir las infestaciones de garrapatas en sistemas ganaderos. Sin embargo, el uso intensivo y repetido de acaricidas ha generado una fuerte presión de selección sobre las poblaciones de *Rhipicephalus microplus*, favoreciendo la aparición de individuos capaces de sobrevivir a concentraciones que anteriormente resultaban letales (Rodríguez-Vivas et al., 2020). Este fenómeno ha sido documentado en múltiples regiones del mundo y actualmente

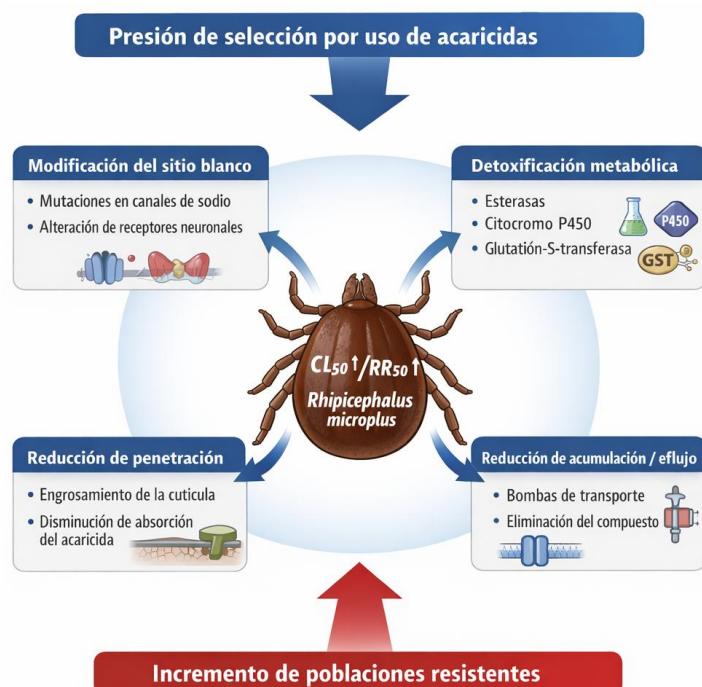
constituye uno de los principales desafíos para el control sanitario de este ectoparásito (Klafke et al., 2024).

La resistencia a acaricidas es una capacidad heredable de una población de garrapatas para sobrevivir a dosis de un compuesto químico que normalmente serían letales para una población susceptible. Este proceso ocurre cuando los individuos portadores de genes de resistencia sobreviven a los tratamientos y transmiten estas características a su descendencia, provocando un incremento progresivo de la frecuencia de dichos genes en la población (George et al., 2021). Como resultado, la eficacia de los tratamientos disminuye gradualmente hasta comprometer el control de las infestaciones (Abbas et al., 2023).

Diversos estudios han demostrado que las poblaciones de *R. microplus* pueden desarrollar resistencia a prácticamente todos los grupos de acaricidas utilizados en la producción bovina. Entre los compuestos más afectados se encuentran los piretroides sintéticos, organofosforados, amidinas y lactonas macrocíclicas, lo que evidencia la capacidad adaptativa de esta especie frente a la presión química ejercida en los sistemas ganaderos (Rojas-Cabeza et al., 2024). En algunos países se han reportado incluso poblaciones con resistencia múltiple, lo que complica significativamente el manejo sanitario del ganado (Klafke et al., 2024).

Figura 2.

Principales mecanismos fisiológicos y moleculares asociados a la resistencia a acaricidas en *Rhipicephalus microplus*.



Los mecanismos de resistencia descritos en garrapatas incluyen modificaciones en los sitios de acción del acaricida (Figura 2), incremento en la actividad de enzimas detoxificadoras, reducción en la penetración del compuesto a través de la cutícula y cambios en los procesos fisiológicos que afectan la acumulación del producto en el organismo del parásito (Meiring et al., 2024). Estos mecanismos pueden actuar de forma independiente o simultánea, generando diferentes niveles de resistencia dentro de una misma población (Sankar et al., 2024).

Entre los grupos de acaricidas más utilizados en el control de garrapatas se encuentran las lactonas macrocíclicas, particularmente la ivermectina, debido a su eficacia contra una amplia variedad de parásitos internos y externos del ganado. Este compuesto actúa principalmente sobre los canales de cloro regulados por glutamato en el sistema nervioso del parásito, provocando parálisis y muerte del ectoparásito (Shoop et al., 2021). No obstante, el uso prolongado de ivermectina ha sido asociado con la aparición de poblaciones de *R. microplus* con diferentes grados de tolerancia al compuesto (Pérez-Otañez et al., 2024).

De manera similar, los piretroides sintéticos como la cipermetrina han sido ampliamente utilizados en programas de control de garrapatas debido a su alta eficacia inicial y bajo costo relativo. Estos compuestos actúan sobre los canales de sodio dependientes de voltaje en las neuronas del parásito, alterando la transmisión de impulsos nerviosos y causando hiperexcitación seguida de parálisis (Benelli et al., 2022). Sin embargo, numerosas investigaciones han documentado la aparición de poblaciones resistentes a piretroides en diferentes regiones ganaderas del mundo (Rodríguez-Vivas et al., 2020).

Evidencia experimental de susceptibilidad a ivermectina y cipermetrina

Investigaciones recientes realizadas con poblaciones de garrapatas recolectadas en sistemas ganaderos de la Amazonía ecuatoriana permitieron evaluar la susceptibilidad de *Rhipicephalus* spp., frente a ivermectina y cipermetrina mediante bioensayos de laboratorio (Lema, 2024; Chila, 2025). Para ello se recolectaron especímenes adultos en diferentes fincas bovinas y se realizaron pruebas de inmersión en adultas y bioensayos larvarios con diferentes concentraciones de los principios activos. Para la evaluación se analizaron ocho poblaciones de garrapatas provenientes de diferentes fincas ganaderas, de las cuales cuatro fueron evaluadas frente a ivermectina y cuatro frente a cipermetrina (Tabla 1).

Los bioensayos realizados permitieron identificar variaciones importantes en la susceptibilidad de las poblaciones de *Rhipicephalus microplus* frente a los principios activos evaluados. En el caso de ivermectina, los valores de CL₅₀ oscilaron entre 0.003 y 0.021 mg/mL, mientras que las CL₉₉ variaron entre 6.57 y 40.45 mg/mL, evidenciando diferencias en la respuesta toxicológica entre las poblaciones analizadas (Figura 3). Los índices de resistencia (RR₅₀) registrados en algunas fincas alcanzaron valores cercanos a 7.0, lo que sugiere la presencia de poblaciones con niveles moderados de tolerancia al compuesto.

Tabla 1.

Parámetros toxicológicos estimados mediante bioensayos larvarios en ocho poblaciones de *Rhipicephalus microplus* provenientes de diferentes fincas ganaderas.

Finca	Producto evaluado	CL50 (mg/mL)	CL99 (mg/mL)	RR50	Clasificación
1	Ivermectina	0.019	15.625	6.33	Resistencia moderada
2	Ivermectina	0.021	40.451	7.00	Resistencia moderada
3	Ivermectina	0.008	10.961	2.66	Susceptible
4	Ivermectina	0.003	6.573	1.00	Susceptible
5	Cipermetrina	0.009	0.394	1.00	Susceptible
6	Cipermetrina	0.028	0.524	3.11	Susceptibilidad reducida
7	Cipermetrina	0.036	3.031	4.00	Resistencia baja
8	Cipermetrina	0.037	1.121	4.11	Resistencia moderada

CL50: concentración letal para el 50 % de las larvas. CL99: concentración letal para el 99 % de las larvas. RR50: índice de resistencia calculado en relación con la población susceptible de referencia.

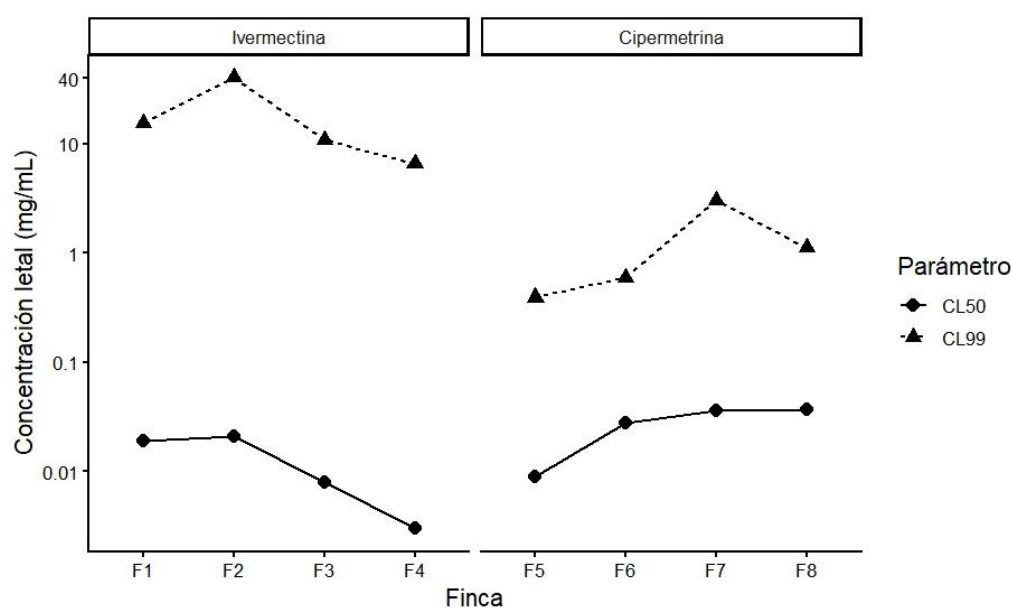
Estos resultados coinciden con investigaciones realizadas en sistemas ganaderos de América Latina,

donde se han reportado poblaciones de *R. microplus* con diferentes niveles de susceptibilidad frente a lactonas macrocíclicas. En México y Brasil se han descrito variaciones significativas en los valores de CL_{50} para ivermectina, lo que refleja la influencia de factores como la frecuencia de aplicación de antiparasitarios, el manejo sanitario del ganado y la presión de selección ejercida por el uso continuo de estos compuestos (Rodríguez-Vivas et al., 2020).

En relación con la cipermetrina, los bioensayos larvarios evidenciaron igualmente una respuesta dosis-dependiente en la mortalidad de las garrapatas evaluadas. Los valores de CL_{50} oscilaron entre 0.009 y 0.037 mg/mL (Tabla 1), mientras que los índices de resistencia alcanzaron valores cercanos a 4.11 en algunas poblaciones analizadas (Figura 3). Estos resultados sugieren la presencia de niveles iniciales de resistencia o tolerancia en determinadas poblaciones de garrapatas.

Figura 3.

Curvas dosis–respuesta de larvas de *Rhipicephalus microplus* expuestas a ivermectina y cipermetrina.



En función de los valores obtenidos de los índices de resistencia (RR_{50}), se estableció una clasificación de las poblaciones evaluadas de acuerdo con su nivel de susceptibilidad a los acaricidas. Se consideraron como poblaciones susceptibles aquellas con valores de RR_{50} inferiores a 3, susceptibilidad reducida o resistencia baja aquellas con valores entre 3 y 5, y resistencia moderada cuando los valores superaron 5. Este criterio ha sido ampliamente utilizado en estudios sobre resistencia en garrapatas, donde el índice de resistencia constituye un indicador clave para evaluar la eficacia de los compuestos y la evolución de la resistencia en campo (Rodríguez-Vivas et al., 2020; Abbas et al., 2023).

La aparición de resistencia a piretroides ha sido ampliamente documentada en poblaciones de *Rhipicephalus microplus* en diferentes regiones ganaderas del mundo. Este fenómeno suele estar asociado con mutaciones en los canales de sodio dependientes de voltaje, lo que reduce la sensibilidad del sistema nervioso del parásito a los compuestos piretroides (Rojas-Cabeza et al., 2024). Como consecuencia, la eficacia de tratamientos basados exclusivamente en estos compuestos puede disminuir progresivamente cuando se aplican de manera continua.

En términos epidemiológicos, los resultados obtenidos sugieren que las poblaciones de garrapatas presentes en los sistemas ganaderos evaluados presentan diferentes niveles de susceptibilidad frente a los acaricidas analizados, lo que podría reflejar variaciones en las prácticas de manejo sanitario entre fincas. Factores como la rotación de productos, la dosificación adecuada y la frecuencia de tratamientos han sido identificados como variables clave que influyen en la evolución de la resistencia en poblaciones de garrapatas (Abbas et al., 2023).

Extractos vegetales con actividad acaricida contra *Rhipicephalus microplus*

El uso de compuestos de origen vegetal como alternativa para el control de garrapatas ha recibido una creciente atención en los últimos años, especialmente en sistemas ganaderos donde la resistencia a acaricidas sintéticos representa un problema sanitario recurrente. Diversos estudios han demostrado que numerosas especies vegetales contienen metabolitos secundarios con actividad insecticida y acaricida, capaces de afectar la supervivencia y reproducción de artrópodos ectoparásitos (Isman, 2020). Estos compuestos incluyen principalmente terpenoides, alcaloides, flavonoides y compuestos fenólicos con propiedades biológicas relevantes (Pavela et al., 2022).

Los metabolitos secundarios presentes en plantas pueden actuar sobre diferentes procesos fisiológicos de los artrópodos, como la transmisión nerviosa, la integridad de la cutícula o la respiración celular. Estas sustancias pueden provocar efectos tóxicos, repelentes o inhibidores del desarrollo en diversas especies de garrapatas, lo que ha despertado un interés creciente en su potencial aplicación dentro de programas de manejo integrado de ectoparásitos (Benelli et al., 2022). Además, el uso de extractos vegetales puede reducir el impacto ambiental asociado al uso intensivo de acaricidas sintéticos (Pavela & Benelli, 2016).

Diversas investigaciones han evaluado la eficacia de extractos vegetales contra *Rhipicephalus microplus*. Por ejemplo, estudios realizados con aceites esenciales derivados de plantas aromáticas han demostrado efectos significativos sobre la mortalidad larvaria y la inhibición de la oviposición en garrapatas adultas (Rosado-Aguilar et al., 2017). Asimismo, algunos extractos botánicos han mostrado capacidad para alterar la movilidad y el comportamiento alimenticio de las garrapatas, lo que reduce su capacidad de infestación en el hospedador (Ferreira et al., 2019).

El potencial acaricida de los extractos vegetales también ha sido atribuido a la presencia de compuestos bioactivos que interfieren con el sistema nervioso de los artrópodos. Algunos terpenos presentes en aceites esenciales pueden actuar sobre los canales de sodio o sobre receptores neuronales, generando descoordinación motora y parálisis en las garrapatas expuestas (Nerio et al., 2010). Este mecanismo de acción resulta particularmente relevante en el contexto actual de resistencia a acaricidas sintéticos.

En regiones tropicales, el conocimiento tradicional sobre plantas con propiedades antiparasitarias ha sido utilizado históricamente por productores ganaderos para el manejo de infestaciones parasitarias. Este conocimiento etnoveterinario constituye una fuente valiosa de información para la identificación de

especies vegetales con potencial acaricida (Alonso-Díaz et al., 2021). La integración de este conocimiento con estudios experimentales permite identificar compuestos con potencial aplicación en programas de control sanitario sostenible.

Uso de extractos vegetales

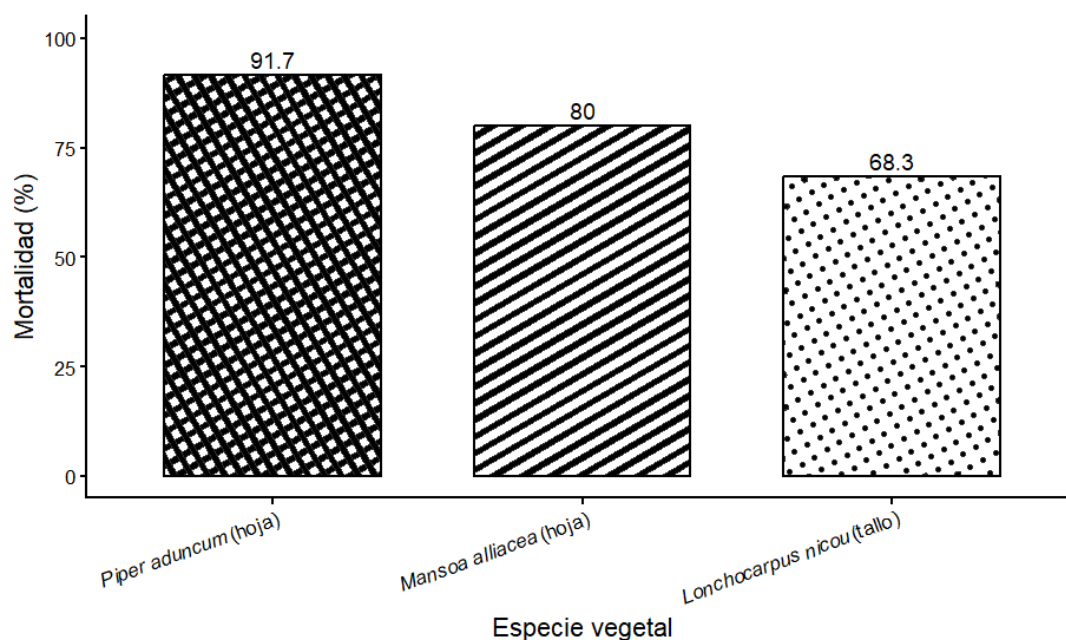
Investigaciones experimentales realizadas en la Amazonía ecuatoriana evaluaron la actividad acaricida de extractos vegetales obtenidos de especies utilizadas tradicionalmente en sistemas ganaderos para el control de ectoparásitos. En condiciones de laboratorio se evaluaron extractos de *Piper aduncum* (matico), *Mansoa alliacea* (sacha ajo) y *Lonchocarpus nicou* (barbasco) sobre larvas de *Rhipicephalus* spp., utilizando bioensayos larvarios con diferentes concentraciones de los extractos vegetales (Espinoza, 2025).

La mortalidad de las larvas fue registrada durante un periodo de observación de 10 días, con evaluaciones periódicas para determinar la respuesta progresiva de los individuos expuestos a los tratamientos. Este enfoque permitió identificar el efecto acumulativo de los metabolitos secundarios presentes en los extractos vegetales, considerando que los compuestos botánicos suelen presentar una acción más gradual en comparación con los acaricidas sintéticos (Rosado-Aguilar et al., 2017).

Los resultados evidenciaron una respuesta dependiente de la concentración, observándose un incremento progresivo en la mortalidad larvaria a medida que aumentaba la dosis de los extractos. En el caso de *Piper aduncum* (hoja), se registró la mayor actividad acaricida (Figura 4), alcanzando una mortalidad máxima de 91,67 % al décimo día de evaluación en la concentración más alta evaluada (2,56 mg/mL). Este efecto podría estar relacionado con la presencia de compuestos fenólicos como el dilapiol, metabolito secundario reportado con actividad insecticida y acaricida en diversas especies de artrópodos (Assunção et al., 2024).

Figura 4.

Mortalidad (%) de larvas de *Rhipicephalus microplus* expuestas a extractos vegetales a una concentración de 2.56 mg/mL



Por su parte, el extracto de *Mansoa alliacea* (hoja) mostró una mortalidad máxima cercana al 80 %

al final del periodo de evaluación (día 10) en las concentraciones más altas evaluadas (Figura 4). La actividad biológica de esta especie vegetal ha sido asociada con la presencia de compuestos organosulfurados con efectos tóxicos sobre diversos artrópodos ectoparásitos (Zúñiga et al., 2024). En el caso de *Lonchocarpus nicou* (tallo), los bioensayos larvarios registraron valores máximos de mortalidad de aproximadamente 68,33 % a la concentración de 2,56 mg/mL (Figura 4). La actividad acaricida observada podría estar relacionada con la presencia de rotenona, compuesto natural ampliamente conocido por su actividad insecticida sobre diferentes especies de artrópodos (Bhaskar, 2020).

En conjunto, los resultados obtenidos evidencian que los extractos vegetales evaluados presentan un efecto tóxico progresivo sobre las larvas de *Rhipicephalus* spp. durante el periodo de exposición, alcanzando los mayores niveles de mortalidad hacia el final del periodo experimental. Estos hallazgos sugieren que diversas especies vegetales presentes en ecosistemas amazónicos contienen compuestos bioactivos con potencial para el desarrollo de biopesticidas destinados al control de garrapatas en sistemas ganaderos tropicales.

Control biológico de garrapatas mediante hongos entomopatógenos

El uso de hongos entomopatógenos ha sido ampliamente estudiado como una alternativa sostenible para el control de artrópodos plaga, incluyendo garrapatas de importancia veterinaria. Estos microorganismos poseen la capacidad de infectar directamente a sus hospedadores mediante la penetración de la cutícula, sin necesidad de ser ingeridos, lo que los convierte en agentes biológicos eficaces contra diversos ectoparásitos (Shah & Pell, 2003). Entre los hongos más estudiados para el control de garrapatas se encuentran *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, los cuales han mostrado resultados prometedores en diferentes estudios experimentales (Fernandes & Bittencourt, 2008).

El proceso de infección de los hongos entomopatógenos inicia cuando las esporas se adhieren a la superficie de la cutícula del artrópodo. Posteriormente, estas esporas germinan y producen estructuras especializadas que permiten la penetración del tegumento mediante la acción combinada de presión mecánica y enzimas degradativas, como quitinasas, proteasas y lipasas (Ortiz-Urquiza & Keyhani, 2013). Una vez dentro del hospedador, el hongo coloniza los tejidos internos y provoca la muerte del organismo infectado.

Diversos estudios han demostrado que *Beauveria bassiana* puede causar mortalidad significativa en diferentes estadios de *Rhipicephalus microplus*. Ensayos realizados en laboratorio han reportado reducciones importantes en la supervivencia de larvas, ninfas y adultos expuestos a suspensiones de conidios del hongo, así como efectos negativos sobre la oviposición y la eclosión de huevos (Polar et al., 2005). Estos efectos biológicos han sido atribuidos tanto al proceso de infección fúngica como a la producción de metabolitos tóxicos durante el desarrollo del patógeno (Zimmermann, 2007).

Además de provocar mortalidad directa, los hongos entomopatógenos pueden generar efectos subletales sobre las garrapatas, como la reducción en la capacidad reproductiva o alteraciones en el desarrollo embrionario de los huevos. Estos efectos contribuyen a disminuir el crecimiento poblacional de

las garrapatas en el ambiente, lo que puede favorecer el control de infestaciones cuando estos microorganismos se utilizan dentro de programas de manejo integrado de ectoparásitos (Samish et al., 2014).

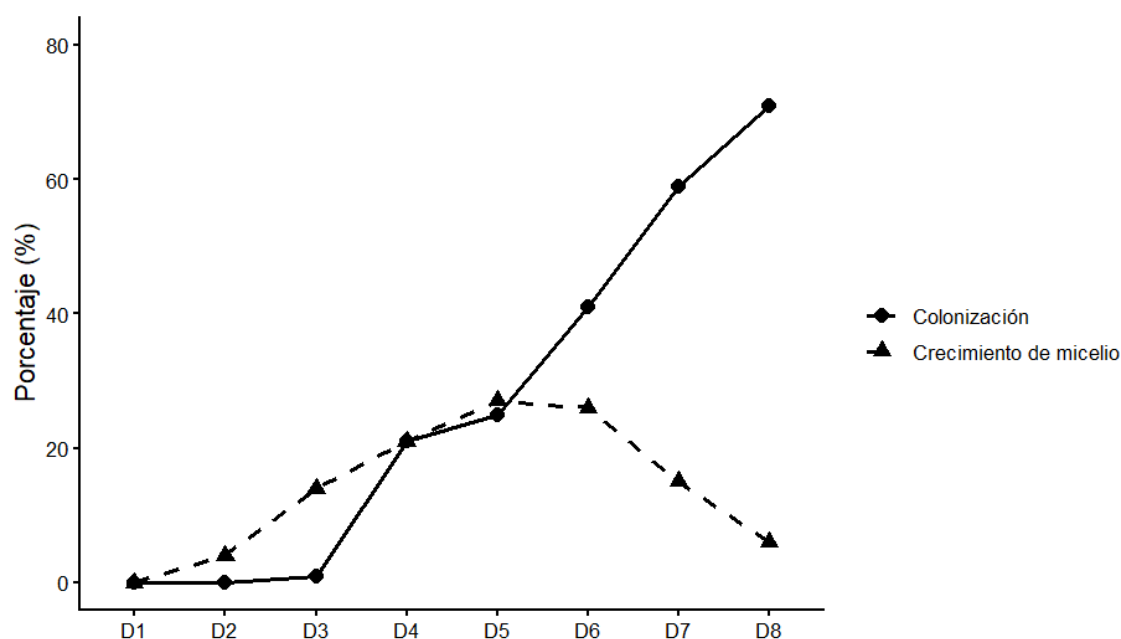
El uso de hongos entomopatógenos presenta varias ventajas frente a los acaricidas químicos convencionales. Entre estas ventajas se incluyen su baja toxicidad para vertebrados, su menor impacto ambiental y la menor probabilidad de generar resistencia en las poblaciones de garrapatas. Debido a estas características, estos microorganismos han sido considerados herramientas prometedoras dentro de estrategias de control biológico en sistemas ganaderos sostenibles (Mascarín & Jaronski, 2016).

Uso de *Beauveria bassiana*

Diversas investigaciones han demostrado el potencial de los hongos entomopatógenos para el control biológico de garrapatas, destacando el género *Beauveria* por su capacidad de infectar directamente a los artrópodos mediante la penetración de la cutícula. Este proceso involucra la adhesión de los conidios a la superficie del hospedador, la germinación de las esporas y la posterior invasión de los tejidos internos, lo que conduce finalmente a la muerte del parásito (Ortiz-Urquiza & Keyhani, 2013). En este contexto, *Beauveria* spp., ha sido ampliamente evaluado como agente de control biológico frente a *Rhipicephalus microplus* (Fernandes & Bittencourt, 2008).

Figura 5.

Crecimiento micelial y colonización de *Beauveria* spp., en garrapatas adultas durante ocho días de evaluación en condiciones de laboratorio.



En la región amazónica ecuatoriana, Quezada y Quezada (2022) evaluaron la actividad entomopatógena de aislamientos de *Beauveria* spp., sobre garrapatas del género *Rhipicephalus* mediante bioensayos realizados en condiciones controladas de laboratorio. Los resultados evidenciaron un desarrollo progresivo del hongo sobre los individuos tratados, diferenciándose dos procesos clave: el crecimiento micelial, caracterizado por la expansión de hifas sobre la superficie del hospedador, y la colonización,

relacionada con la penetración cuticular y la posterior invasión sistémica de los tejidos internos. Ambos procesos mostraron un incremento temporal sostenido, alcanzando valores cercanos al 75% al octavo día de evaluación (Figura 5).

Asimismo, los aislamientos evaluados presentaron una alta eficacia biológica, registrándose niveles de mortalidad superiores al 90% en los tratamientos más eficientes, lo que indica una elevada susceptibilidad de las garrapatas frente al hongo entomopatógeno.

Durante el desarrollo del bioensayo se observaron signos característicos de infección fúngica, tales como la disminución progresiva de la movilidad, cambios en la coloración del tegumento y la posterior aparición de micelio sobre la superficie corporal de los individuos infectados. Estos signos son consistentes con el proceso infeccioso descrito para *Beauveria* spp., en artrópodos hospedadores (Zimmermann, 2007).

En conjunto, los resultados reportados confirman el potencial de *Beauveria* spp., como agente de control biológico contra garrapatas del género *Rhipicephalus*, destacando su alta eficacia y su posible incorporación en programas de manejo integrado de ectoparásitos en sistemas ganaderos tropicales, especialmente en escenarios donde se ha documentado resistencia a acaricidas químicos.

3. CONCLUSIONES

La resistencia a acaricidas en *Rhipicephalus microplus* constituye un desafío creciente para la sostenibilidad de los sistemas ganaderos tropicales, evidenciado por la disminución de la eficacia de compuestos ampliamente utilizados como la ivermectina y la cipermetrina. Los resultados analizados confirman la presencia de variabilidad en la susceptibilidad de las poblaciones de garrapatas en la Amazonía ecuatoriana, lo que refleja la influencia de prácticas de manejo sanitario y la presión de selección ejercida por el uso continuo de productos químicos.

Frente a este escenario, las estrategias alternativas basadas en extractos vegetales y el uso de hongos entomopatógenos, como *Beauveria bassiana*, muestran un alto potencial como herramientas complementarias de control, al presentar eficacia biológica significativa y menor impacto ambiental. En este contexto, la implementación de programas de manejo integrado que combinen el uso racional de acaricidas con alternativas biológicas y botánicas resulta fundamental para reducir la presión de selección, retrasar la aparición de resistencia y mejorar la eficiencia del control.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA (En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://credit.niso.org/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Autor 1.	Autor 2	Autor 3	Autor 4
Participar activamente en:				
Conceptualización	X			X
Análisis formal				X
Adquisición de fondos				X
Investigación	X		X	
Metodología	X		X	
Administración del proyecto	X		X	
Recursos	X		X	
Redacción –borrador original	X	X		
Redacción –revisión y edición	X	X		
La discusión de los resultados	X	X	X	X
Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.	X	X	X	X

FINANCIACIÓN

La presente investigación no contó con financiamiento externo.

CONFLICTO DE INTERESES

Los Autores declaran que no existen conflicto de intereses con su investigación

REFERENCIAS

- Abbas, R. Z., Zaman, M. A., Colwell, D. D., Gilleard, J., & Iqbal, Z. (2023). Acaricide resistance in cattle ticks and approaches to its management. *Pathogens*, 12(2), 197. <https://www.mdpi.com/2076-0817/12/2/197>
- Alonso-Díaz, M. A., García, L., & Rodríguez-Vivas, R. I. (2021). Entomopathogenic fungi as biological control agents of cattle ticks. *Pathogens*, 10(10), 1231. <https://www.mdpi.com/2076-0817/10/10/1231>
- Assunção, J. C., da Silva, J. K. R., Andrade, E. H. A., Maia, J. G. S., & Setzer, W. N. (2024). Chemical composition, insecticidal and acaricidal activity of *Piper aduncum* essential oil and its major compound dillapiole. *Industrial Crops and Products*, 210, 117356. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117356>
- Benelli, G., Pavela, R., & Maggi, F. (2022). Plant-based compounds and their role in pest and tick control. *Journal of Pest Science*, 95, 131–148. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01408-2>
- Bhaskar, S., & Singh, P. (2020). Botanical biopesticides: Current status and future prospects in pest management. *Journal of Biopesticides*, 13(1), 1–10.
- Coutinho, R. C., Kotsyfakis, M., & Ribeiro, J. M. C. (2020). The role of tick salivary molecules in host immune modulation. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 11(6), 101419. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2020.101419>
- Chila, J. (2025). Evaluación *in vitro* de la resistencia de (*Rhipicephalus* spp.) expuesto a cipermetrina y factores condicionantes en La Joya de los Sachas [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana].
- Dantas-Torres, F., Chomel, B. B., & Otranto, D. (2021). Ticks and tick-borne diseases: A One Health perspective. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 12(4), 101658. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2021.101658>
- de la Fuente, J., Estrada-Peña, A., Cabezas-Cruz, A., & Kocan, K. M. (2020). Anaplasmosis and babesiosis: Emerging tick-borne diseases in livestock. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 134. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00134>
- Espinoza, C. A. (2025). Evaluación de la eficacia biocida de tres extractos vegetales sobre *Rhipicephalus* spp. en condiciones de laboratorio en La Joya de los Sachas [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana].
- Estrada-Peña, A., Mihalca, A. D., & Petney, T. (2021). Ticks of veterinary importance: Global distribution and ecological adaptation. *Parasites & Vectors*, 14, 275. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04764-7>
- Estrada-Peña, A., & Salman, M. (2013). Current limitations in the control and spread of ticks. *Parasitology Research*.
- Fernandes, É. K. K., & Bittencourt, V. R. E. P. (2008). Entomopathogenic fungi against cattle ticks. *Experimental and Applied Acarology*, 46, 71–93. <https://doi.org/10.1007/s10493-008-9163-0>
- Ferreira, L. L., et al. (2019). Botanical acaricides against cattle ticks. *Experimental and Applied Acarology*, 78, 453–470. <https://doi.org/10.1007/s10493-019-00396-7>
- George, J. E., Pound, J. M., & Davey, R. B. (2021). Chemical control of ticks on cattle and resistance issues. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 657999. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.657999>
- Ghosh, S., Nagar, G., & Kumar, S. (2022). Progress in the control of cattle ticks *Rhipicephalus microplus*. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 13(3), 101971. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2022.101971>
- Isman, M. B. (2020). Botanical insecticides in the twenty-first century. *Annual Review of Entomology*, 65, 233–249. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025010>
- Jonsson, N. N., Bock, R. E., & Jorgensen, W. K. (2020). Productivity effects of cattle tick infestations. *Veterinary Parasitology*, 285, 109164. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109164>
- Klafke, G. M., Webster, A., & Aguiar, G. (2024). Control strategies and resistance in *Rhipicephalus microplus*. *Pathogens*, 13(2), 102.
- Lema, E. D. (2024). Evaluación de la resistencia de *Rhipicephalus* spp. a ivermectina y factores condicionantes en

bovinos en el cantón Joya de los Sachas [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana].

- Makwarela, T. G., Nyangiwe, N., & Horak, I. G. (2025). Adaptation and invasion dynamics of *Rhipicephalus microplus*. *Parasitology Research*, 124, 1987–1998. <https://doi.org/10.1007/s00436-024-08179-7>
- Masaquiza Moposita, D. A., Guamán Rivera, S. A., Zapata Gaibor, J. E., Cabezas-Andrade, L. D., Daniele, M., & Romero, D. (2025). *Rhipicephalus microplus*: estado actual de la resistencia a la ivermectina en ganado bovino de la Amazonía ecuatoriana. *Agrisost*, 31, 1–10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15856329>
- Mascarin, G. M., & Jaronski, S. T. (2016). The production and uses of *Beauveria bassiana*. *Biological Control*, 92, 95–108. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.08.013>
- Meiring, C., Nyangiwe, N., & Horak, I. (2024). Genomic assessment of targets implicated in acaricide resistance. *PLoS ONE*, 19(1), e0300044. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300044>
- Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. (2010). Repellent activity of essential oils against insects. *Bioresource Technology*, 101, 372–378. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.07.048>
- Pavela, R., Maggi, F., Petrelli, R., Cappellacci, L., & Benelli, G. (2022). Plant extracts as environmentally compatible pest control agents. *Industrial Crops and Products*, 176, 114307. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114307>
- Pavela, R., & Benelli, G. (2016). Essential oils as eco-friendly biopesticides. *Industrial Crops and Products*, 76, 174–187. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.06.050>
- Perret, J. L., Guigoz, E., Rais, O., & Gern, L. (2020). Influence of climate on tick survival and distribution. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 11(4), 101378. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2020.101378>
- Pérez-de-León, A. A., Mitchell, R. D., Watson, D. W., Zurek, L., Berry, I. L., & Lohmeyer, K. H. (2020). Integrated strategy for sustainable cattle fever tick eradication. *Veterinary Parasitology*, 288, 109282. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109282>
- Pérez-Otañez, X., Tinoco, T., Ron-Garrido, L., & Rodríguez, R. (2024). Evaluation of acaricide resistance in *Rhipicephalus microplus*. *Veterinary Parasitology*, 320, 109917. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.109917>
- Polar, P., Moore, D., Kairo, M. T., & Ramsubhag, A. (2005). Topical application of *Beauveria bassiana* for control of cattle ticks. *Biological Control*, 34, 17–22. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.02.010>
- Quezada, N., & Quezada, L. (2022). *Evaluación del efecto entomopatógeno de Beauveria bassiana sobre larvas de Rhipicephalus spp. en condiciones de laboratorio* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana].
- Rajput, M., Zhang, Y., & Sun, Y. (2024). Entomopathogenic fungi as alternatives to chemical acaricides. *Insects*, 15(1), 45.
- Rodríguez-Vivas, R. I., Jonsson, N. N., & Bhushan, C. (2020). Strategies for the control of *Rhipicephalus microplus*. *Veterinary Parasitology*, 287, 109255. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109255>
- Rosado-Aguilar, J. A., Aguilar-Caballero, A. J., Rodríguez-Vivas, R. I., Borges-Argaez, R., & García-Vázquez, Z. (2017). Acaricidal activity of plant extracts against *Rhipicephalus microplus*. *Veterinary Parasitology*, 239, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.02.018>
- Rojas-Cabeza, J. F., Moreno-Cordova, E., Ayala-Zavala, J. F., Ochoa-Teran, A., Sonenshine, D. E., Valenzuela, J. G., & Sotelo-Mundo, R. R. (2024). A review of acaricides and their resistance mechanisms in hard ticks and control alternatives. *Acta Tropica*, 261, 107519. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2024.107519>
- Sabatini, G. A., Venzal, J. M., & Nava, S. (2021). Ecological aspects and population dynamics of *Rhipicephalus microplus*. *Veterinary Parasitology*, 294, 109461. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2021.109461>
- Samish, M., Ginsberg, H., & Glazer, I. (2014). Biological control of ticks. *Parasitology*, 129, S389–S403. <https://doi.org/10.1017/S0031182004005213>
- Sankar, M., Kumar, S., & Ghosh, S. (2024). Genetic diversity and acaricide resistance in *Rhipicephalus microplus*. *Pathogens*, 13(6), 516.
- Shah, P. A., & Pell, J. K. (2003). Entomopathogenic fungi as biological control agents. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 61, 413–423. <https://doi.org/10.1007/s00253-003-1240-8>
- Shoop, W. L., Mrozik, H., & Fisher, M. H. (2021). Structure and activity of avermectins and milbemycins in parasitic control. *Veterinary Parasitology*, 290, 109343. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2021.109343>
- Sonenshine, D. E., & Roe, R. M. (2014). *Biology of ticks* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Tirloni, S., Reck, J., Terra, R. M. S., Martins, J. R., Mulenga, A., Sherman, N. E., Fox, J. W., & Vaz Jr., I. da S.

- (2020). Tick saliva and its role in pathogen transmission. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10, 593252. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.593252>
- Zúñiga, R., Rojas, R., Vargas, L., & Paredes, A. (2024). Phytochemical composition and biological activity of *Mansoa alliacea*. *Journal of Ethnopharmacology*, 318, 116998. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2023.116998>
- Zimmermann, G. (2007). Review on safety of entomopathogenic fungi. *Biocontrol Science and Technology*, 17, 553–596. <https://doi.org/10.1080/09583150701309006>