UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR.

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Medicina Veterinaria

Tema

COMPARACIÓN IN VITRO DE LA EFICACIA DE SIETE IXODICIDAS EN EL CONTROL DE *Rhipicephalus microplus*, MEDIANTE LA PRUEBA DE INMERSIÓN DE ADULTAS (PIA)

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Médico Veterinario otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria.

Autores

Marcela Gabriela Cepa Costales

Johry Emilio Sanisaca Chávez

Tutor

Dr. Danilo Fabián Yánez Silva MSc.

GUARANDA – ECUADOR.

2026

COMPARACIÓN IN VITRO DE LA EFICACIA DE SIETE IXODICIDAS EN EL CONTROL DE *Rhipicephalus microplus*, MEDIANTE LA PRUEBA DE INMERSIÓN DE ADULTAS (PIA)

REVISADO Y APROBADO POR:

.....

Dr. Danilo Fabián Yánez Silva. MSc.

TUTOR

.....

Dra. Jenny Marcela Martínez Moreira MSc.

PAR LECTOR

.....

Dr. Jorge Jagger Segura Ochoa. PhD.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Marcela Gabriela Cepa Costales, con CI: 0605157692 , y Johry Emilio Sanisaca Chávez con CI: 0202487484, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Gabriela Cepa

.....

Marcela Gabriela Cepa Costales
AUTORA
CI: 0605157692

.....

Johry Emilio Sanisaca Chávez
AUTOR
CI: 0202487484

Dr. Guido Fierro Barragán
NOTARIO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA

.....

Dr. Danilo Fabián Yánez Silva. MSc.
TUTOR

ESCRITURA PÚBLICA

DECLARACION JURADA

SEÑORES MARCELA GABRIELA CEPA COSTALES Y JOHRY EMILIO SANISACA CHAVEZ

En la ciudad de Guaranda, Capital de la Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy día LUNES NUEVE DE FEBRERO DE DOS MIL VEINTE Y SEIS , ante mí, Doctor GUIDO FABIAN FIERRO BARRAGAN, NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA, comparecen los señores **MARCELA GABRIELA CEPA COSTALES,** de estado civil soltera, portadora de la cédula de ciudadanía número cero seis cero cinco uno cinco siete seis nueve guion dos, domiciliada en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo y de tránsito por esta ciudad y Cantón y **JOHRY EMILIO SANISACA CHAVEZ,** de estado civil soltero, portador de la cédula de ciudadanía número cero dos cero dos cuatro ocho siete cuatro ocho cuatro, capaces de contraer obligaciones, domiciliado en esta ciudad y Cantón a quienes de conocerlos doy fe en virtud de haberme exhibido su cédula de ciudadanía y certificado de votación, cuyas copias adjunto a esta escritura. Advertidos por mí el Notario de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados en forma separada, de que comparecen al otorgamiento de la misma sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, juramentados en debida forma, prevenidos de la gravedad del juramento, de las penas del perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, bajo juramento declara lo siguiente: " Previo a la obtención del Título de Médico Veterinario que los criterios e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado **COMPARACIÓN IN VITRO DE LA EFICACIA DE SIETE IXODICIDAS EN EL CONTROL DE *Rhipicephalus microplus,* MEDIANTE LA PRUEBA DE INMERSIÓN DE ADULTAS (PIA)** son de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores. Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad." (Hasta aquí la declaración juramentada rendida por los comparecientes, la misma que queda elevada a escritura pública con todo el valor legal). Para el otorgamiento de esta escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso; y leída que les fue a las comparecientes íntegramente por mí el Notario, se ratifican en todo su contenido y firman conmigo en unidad de acto. Incorporo esta escritura pública al protocolo de instrumentos públicos, a mi cargo. De todo lo cual doy fe.-

Gabriela Cepa

SRTA. MARCELA GABRIELA CEPA COSTALES

SR. JOHRY EMILIO SANISACA CHAVEZ

Dr. Guido Fierro Barragán
NOTARIO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA

Doctor Guido Fabián Fierro Barragán

NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA.

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

CEPA MARCELA, SANISACA JOHRY TESIS(1)

5% Textos sospechosos

- 5% Similitudes
  - < 1 % similitudes entre comillas
  - 0 % entre las fuentes mencionadas
- 6% Idiomas no reconocidos (ignorado)
- 14% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: CEPA MARCELA, SANISACA JOHRY TESIS(1).docx
ID del documento: eec90c869b40497ea65a5165a0b63321b31de530
Tamaño del documento original: 1,26 MB

Depositante: ALEJANDRA ELIZABETH BARRIONUEVO MAYORGA
Fecha de depósito: 18/2/2026
Tipo de carga: Interface
fecha de fin de análisis: 18/2/2026

Número de palabras: 14.736
Número de caracteres: 97.967

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	es.scribd.com | Distemper corregido final | PDF | Sistema inmune | Infección https://es.scribd.com/document/984847964/Distemper-corregido-final 2 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (160 palabras)
2	www.dspace.uce.edu.ec | Resistencia a alfa-cipermetrina, ivermectina y amitraz ... http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10254 1 fuente similar	1%		Palabras idénticas: 1% (126 palabras)
3	dialnet.unirioja.es https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9210328.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (88 palabras)
4	Documento de otro usuario #23cd9c Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (77 palabras)
5	revistas.chapingo.mx https://revistas.chapingo.mx/rchsagt/article/download/r.rchsagt.2023.03.09/r.rchsagt.2023.03...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (52 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	scielo.org.co | Rhipicephalus (Boophilus) microplus Murrell & Barker, 2003 (Ixodi... http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682022000100025	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
2	www.scielo.org.co | Resistencia in vitro a acaricidas tópicos de poblaciones de ga... http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072016000300007	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
3	repositorio.espam.edu.ec | Evaluación de teta de vaca (Solanum mammosum L) ... http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2088	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
4	dspace.ucuenca.edu.ec | Prevalencia de los géneros de garrapatas Rhipicephalu... http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31645/3/Trabajo de Titulación.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
5	dspace.espoch.edu.ec | Caracterización de cepas bacterianas de la laguna amaril... http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/7877/3/236T0302.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)

Fuentes ignoradas

Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	DOCUMENTO FINAAL, TESIS, CEPA GABRIELA, SANISACA EMILIO.pdf | ... #513f1c Viene de de mi grupo	61%		Palabras idénticas: 61% (8723 palabras)
2	DOCUMENTO FINAAL, TESIS, CEPA GABRIELA, SANISACA EMILIO.pdf | ... #c1d9ae Viene de de mi grupo	61%		Palabras idénticas: 61% (8723 palabras)
3	BORRADOR FINAL, CEPA, SANISACA.pdf | BORRADOR FINAL, CEPA, SAN... #958e24 Viene de de mi grupo	42%		Palabras idénticas: 42% (6039 palabras)
4	ARTÍCULO IXODICIDAS...pdf | ARTÍCULO IXODICIDAS... #eabc97 Viene de de mi grupo	14%		Palabras idénticas: 14% (1939 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1. https://www.agrocalidad.gob.ec
2. http://unicolmayor.edu.co/publicaciones/index.php/nova/article/view/196/392
3. https://doi.org/10.33936/latecnica.v13i1.5200

Dr. Danilo Fabián Yánez Silva MSc
TUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, con todo mi amor, a mis padres, quienes han sido mi mayor apoyo y la base de todo lo que soy; este logro es tan suyo como mío.

A mi padre, Marcelo Cepa, mi motivación y fortaleza. Gracias por estar junto a mí en todo momento, su amor ha sido el pilar fundamental de mi vida. Por brindarme las herramientas que han contribuido a mi desarrollo personal y profesional. Por ser mi respaldo siempre, sin duda alguna este logro es el reflejo de su esfuerzo, apoyo y sacrificio, gracias por amarme y por creer en mí.

A mi madre, Lorena Costales, por su amor genuino, su orientación y por apoyarme con paciencia en cada decisión que tomo, gracias por creer en mí, por impulsarme a seguir adelante y por ayudarme a construir mis sueños con confianza y valentía, gracias también por su ejemplo de fortaleza, generosidad y dedicación, que me ha enseñado que con amor y perseverancia todo es posible.

A mis mascotas, a quienes amo profundamente, porque su amor fue determinante en la decisión de estudiar esta carrera y para reafirmar mi vocación, confirmando mi compromiso de dedicarme al cuidado y respeto de los animales.

Marcela Gabriela Cepa Costales

DEDICATORIA

A mi madre, Mayra Chávez, quien ha sido mi guía, mi apoyo incondicional y el aliento constante en cada paso de mi vida. Gracias por enseñarme a no rendirme y por ser el motor que impulsó este sueño.

A mi padrino, Wilson Valverde, por ser esa persona que siempre estuvo presente con su mano extendida y su respaldo incondicional.

A mis tíos, por estar siempre presentes, el apoyo de cada uno de ustedes ha sido esencial para cada logro en mi vida. Gracias por su motivación, guía e inspiración.

Johry Emilio Sanisaca Chávez

AGRADECIMIENTO

Primero, doy gracias a Dios, por su fidelidad y por darme la perseverancia para alcanzar este logro.

A mis padres, Marcelo Cepa y Lorena Costales, por su amor sin condición, por su ejemplo y guía. A mis hermanos, Jhosselin y Jorge, gracias por el apoyo y por las palabras de aliento en el momento indicado.

A Emilio, por apoyarme y acompañarme incondicionalmente durante todo este proceso; gracias por brindarme la seguridad y el aliento que hicieron este trayecto mucho más llevadero.

A Mayra Chávez, quien me recibió como parte de su familia. Por su generosidad, cariño y orientación, que hicieron que me sintiera como en casa durante esta etapa.

A mi tutor, el Dr. Danilo Fabián Yánez Silva. MSc., por el apoyo y guía durante el proceso de este trabajo; y a mis pares lectores, el Dr. Jorge Jagger Segura Ochoa. PhD., y la Dra. Jenny Marcela Martínez Moreira MSc., por cada una de sus observaciones, las cuales aportaron de forma significativa a este trabajo. A todos ustedes, gracias por la confianza y por la motivación brindada.

A los laboratorios que hicieron posible este proyecto: el laboratorio de investigación y vinculación, el laboratorio clínico y el laboratorio de biología molecular y biotecnología, por brindarme los recursos, espacios y herramientas necesarios para desarrollar esta investigación.

Finalmente, agradezco a cada una de las personas que, de una forma u otra, me han acompañado durante esta etapa.

Gracias por estar presentes.

Marcela Gabriela Cepa Costales

AGRADECIMIENTO

A mi madre, Mayra Chávez, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su sacrificio y su fe inquebrantable en mis metas; este logro te pertenece.

A mi padre, Johry Sanisaca, por el apoyo brindado durante mi formación académica.

A Gabriela, por su respaldo y por la determinación brindada para superar cada etapa de este proceso.

A la Universidad Estatal de Bolívar por brindarme el espacio y las herramientas necesarias para mi desarrollo profesional.

Al Laboratorio de Investigación y Vinculación, al Laboratorio Clínico, y al Laboratorio de Biología Molecular y Biotecnología, por facilitarme el acceso a sus instalaciones y por el respaldo técnico brindado durante la fase experimental.

Al Dr. Danilo Yánez mi tutor, por su guía, paciencia y por compartir su conocimiento fundamental en la culminación de este trabajo. De igual manera, al Dr. Jagger Segura y a la Dra. Jenny Martínez, por su valiosa revisión y aportes como pares lectores.

A todos quienes, de una u otra forma, contribuyeron a la realización de este sueño profesional.

Johry Emilio Sanisaca Chávez

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁG.
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II	6
2.1. MARCO TEÓRICO	6
2.1.1. Garrapatas	6
2.2.1. Generalidades de las garrapatas	6
2.1.2. Morfología de las garrapatas	7
2.2.2. Taxonomía.	8
2.2.3. Características morfológicas de *Rhipicephalus microplus*.	8
2.2.4. Distribución geográfica	9
2.2.5. Ciclo biológico de *Rhipicephalus microplus*.	9
2.2.6. Importancia de *Rhipicephalus microplus* en la salud del hospedero.	9
2.2.6.1. *Rhipicephalus microplus* como vector de enfermedades.	11
2.2.7. Pérdidas económicas ocasionadas por *Rhipicephalus microplus*.	11
2.3. Mecanismos de control de garrapatas	12
2.3.1. Control químico.	12
2.3.1.1. Arsenicales	12
2.3.1.2. Organoclorados	13
2.3.1.3. Organofosforados	13
2.3.1.4. Carbamatos	13
2.3.1.5. Amidinas o Formamidinas	13
2.3.1.6. Piretroides	14
2.3.1.7. Lactonas macrocíclicas	14
2.3.2. Control biológico	15
2.3.3. Inmunización del ganado vacuno.	15

2.3.4. Manejo de potreros 16
2.4. Mecanismos de resistencia 17
2.4.1. Resistencia metabólica 18
2.4.2. Detección de mecanismos de resistencia a ixodicidas 20
2.4.3. Métodos de diagnóstico de resistencias 22
2.4.3. Bioensayos para el diagnóstico de resistencias 22
2.4.3.2. Pruebas químicas 23
2.4.3.3. Pruebas moleculares 23
CAPÍTULO III 24
3.1. Ubicación y características de la investigación 24
3.2. Metodología 25
3.2.1. Material en estudio 25
3.2.2. Factores en estudio 25
3.2.3. Tratamientos 25
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico 25
3.2.5. Manejo de la investigación 26
3.2.6 Métodos de evaluación (variables respuesta) 29
3.2.7. Análisis de datos 29
CAPITULO IV 31
4.RESULTADOS Y DISCUSION 31
4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 31
4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS 41
CAPÍTULO V 42
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 42
5.1. CONCLUSIONES 42
5.2. RECOMENDACIONES 43
BIBLIOGRAFÍA 44
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pág.
1.	Detalle de ixodicidas, dosis y diluciones utilizadas	29
2.	Evaluación estadística (ANOVA) de la mortalidad de garrapatas	33
3.	Número de garrapatas muertas (G-M)	33
4.	Análisis de varianza (ANOVA) del número de garrapatas que ovipositaron	35
5.	Número de garrapatas que ovipositaron	35
6.	ANOVA del peso de los huevos producidos por garrapatas	37
7.	Peso de los huevos de garrapata	37
8.	ANOVA del porcentaje de eclosión de huevos	39
9.	Porcentaje de eclosión	39
10.	ANOVA del porcentaje de eficacia	41
11.	Porcentaje de eficacia	41

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pág.
1.	Número de garrapatas muertas	34
2.	Número de garrapatas que ovipositaron	36
3.	Peso de los huevos	38
4.	Porcentaje de eclosión	39
5.	Porcentaje de eficacia	41

ANEXOS

N°	Detalle
1.	Localización de la investigación
2.	Croquis del ensayo
3.	Base de datos
4.	Fotografías
5.	Glosario términos técnicos

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la provincia de Bolívar, se evaluó la eficacia *in vitro* de siete ixodicidas en contra de la garrapata *Rhipicephalus microplus* mediante la técnica de inmersión aplicada en 1440 garrapatas adultas recolectadas en distintas parroquias Balsapamba, Régulo de Mora y Bilován. Se empleo diseño de bloques completamente al azar, para comparar diferentes tratamientos (Cipermetrina, Amitraz, Etión, Diclorvos, Clorpirifos y Triclorfon) y uno biológico (*Metarhizium anisopliae*) frente a un control sin ningún aditivo, se analizó las variables; mortalidad, oviposición y eclosión de los huevos de *Rhipicephalus microplus*.

Los resultados demostraron el Clorpirifos (T6) reportó la mayor mortalidad (33.3%), mientras que el Etión (T4) fue el más efectivo en reducir el número de garrapatas ovipositantes y detener la eclosión de larvas al 38.63%. Aunque ningún tratamiento mostró efectos significativos sobre el peso de los huevos, la eficacia total fue calculada mediante la fórmula de Drummond situó a la Cipermetrina y al Etión como los tratamientos con mayor desempeño (68.7% y 68.3%), niveles que se consideran moderados y sugieren una resistencia parasitaria incipiente en la zona. En contraste, el tratamiento control sin ningún adivitivo presentó la eficacia más baja (27.45%), evidenciando una capacidad de control baja.

Finalmente, se aceptó la hipótesis alterna al confirmarse variaciones significativas en la respuesta de los especímenes según el principio activo, lo que resalta la importancia de implementar estrategias de rotación a cada fármaco usado en contra de las garrapatas (*Rhipicephalus microplus*).

Palabras clave: Bovinos, *Rhipicephalus microplus*, Ixodicidas

SUMMARY

This study was conducted in the province of Bolívar and evaluated the in vitro efficacy of seven ixodicides against the tick Rhipicephalus microplus using the immersion technique applied to 1,440 adult ticks collected from the parishes of Balsapamba, Régulo de Mora, and Bilován. A completely randomized block design was employed to compare different chemical treatments (Cypermethrin, Amitraz, Ethion, Dichlorvos, Chlorpyrifos, and Trichlorfon) and one biological treatment (Metarhizium anisopliae) against a control without any additive. The variables analyzed were mortality, oviposition, and egg hatching of Rhipicephalus microplus.

The results showed that Chlorpyrifos (T6) produced the highest mortality rate (33.3%), while Ethion (T4) was the most effective in reducing the number of ovipositing ticks and inhibiting larval hatching (38.63%). Although none of the treatments had a significant effect on egg weight, overall efficacy, calculated using the Drummond formula, ranked Cypermethrin and Ethion as the treatments with the best performance (68.7% and 68.3%, respectively). These values are considered moderate and suggest the presence of incipient parasitic resistance in the study area. In contrast, the untreated control showed the lowest efficacy (27.45%), indicating poor control capacity.

Finally, the alternative hypothesis was accepted, as significant variations in the response of the specimens were confirmed according to the active ingredient used, highlighting the importance of implementing drug rotation strategies in the control of Rhipicephalus microplus.

Keywords: Cattle, *Rhipicephalus microplus*, Ixodicides

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La garrapata *Rhipicephalus microplus* en el ganado representa uno de los principales problemas sanitarios y económicos para la producción bovina, especialmente en zonas tropicales y subtropicales del Ecuador. Su presencia en los animales provoca efectos negativos significativos, entre ellos la transmisión de enfermedades como la anaplasmosis y la babesiosis, la disminución en la producción de carne y leche, el deterioro de la calidad del cuero y el incremento de los costos asociados a las prácticas de control.

En el territorio nacional se han detectado diversas especies de garrapatas que afectan al ganado bovino; sin embargo, Rhipicephalus microplus resulta la más relevante por su amplia distribución geográfica y su elevada capacidad de adaptación a condiciones ambientales muy dispares, desde zonas de baja altitud hasta áreas altas. Esta versatilidad favorece su persistencia y complica su erradicación en los sistemas de producción.

El control de esta garrapata se sustenta fundamentalmente en la aplicación de acaricidas. No obstante, el uso continuo y, en muchos casos, inadecuado de estos compuestos ha dado lugar a una disminución progresiva de su eficacia, debido al desarrollo de cepas resistentes. Como resultado, los tratamientos convencionales van perdiendo efectividad, lo que obliga a revisar periódicamente los productos disponibles y a incorporar métodos de control más sostenibles.

Entre los acaricidas de uso común se encuentran varios grupos químicos, que incluyen tanto compuestos de acción por contacto como endectocidas de acción sistémica. Aunque han mostrado eficacia en el manejo de las infestaciones, su aplicación reiterada ha contribuido al surgimiento de poblaciones resistentes, lo que representa un desafío creciente para la sanidad animal y la rentabilidad del sector ganadero.

Existen métodos de laboratorio que permiten evaluar de forma controlada la eficacia de los acaricidas. Entre ellos, la prueba de inmersión de hembras adultas resulta especialmente práctica y fiable, pues posibilita medir directamente el efecto de los productos sobre la reproducción de las garrapatas, considerando indicadores como la oviposición y la eclosión larvaria.

Para determinar la efectividad de los acaricidas se utilizaron técnicas de laboratorio que permitieron estudiar su acción en condiciones controladas. El test de inmersión de hembras adultas resulta un método práctico y eficaz posibilita medir de forma directa cómo los tratamientos afectan la reproducción de las garrapatas.

En la provincia de Bolívar, resulta fundamental contar con información actualizada sobre la eficacia real de los acaricidas que se utilizan de manera casual. La ausencia de datos locales limita la toma de decisiones adecuadas y puede conducir al uso de productos poco eficaces, lo que favorece el aumento de la resistencia parasitaria.

El presente trabajo se orientó en evaluar comparativamente la eficacia de varios acaricidas comerciales utilizados en el control de *Rhipicephalus microplus*, mediante la prueba de inmersión de adultas. Los resultados obtenidos permitirán identificar alternativas de control más eficientes y contribuirán al establecimiento de estrategias racionales para el manejo de la garrapata de acuerdo a la zona de vida.

1.2. PROBLEMA

El uso incontrolado de ixodicidas en operaciones ganaderas especialmente cuando se realiza sin controles adecuados, se ha convertido en una preocupación creciente debido al desarrollo de resistencia en las poblaciones de *Rhipicephalus microplus.* Esta resistencia reduce la eficacia del tratamiento convencional; esto se debe principalmente a la falta de un seguimiento sistemático y a la falta de pruebas técnicas que garanticen la eficacia de los productos utilizados. A falta de información precisa sobre los efectos de los acaricidas en las condiciones locales, los productores tienden a recurrir a la aplicación repetida e incontrolada de estos compuestos, lo que favorece la selección de cepas resistentes. En lugar de implementar estrategias integradas y racionales de control de plagas, se utilizan frecuencias de aplicación, altas dosis o combinaciones de diferentes productos, que no sólo aumentan los costos de producción, sino que también aumentan el riesgo de residuos en los productos animales, comprometiendo su calidad e inocuidad para el consumo humano.

Esta falta de control en la aplicación de acaricidas contribuye a un círculo vicioso en el que la resistencia incrementa cada momento, dificultando aún más su manejo. La problemática surge por la escasez de estudios locales actualizados sobre la resistencia de *R. microplus* , lo que limita la capacidad de ganaderos y técnicos para tomar decisiones fundamentadas en datos específicos de la región. En consecuencia, la ausencia de enfoques basados en evidencias técnicas y de estrategias adecuadas de manejo perpetúa el problema, poniendo en riesgo la salud animal, la rentabilidad de los productores y la sostenibilidad del sector ganadero.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Evaluar in vitro la eficacia de siete ixodicidas en el control de *Rhipicephalus microplus* mediante la aplicación de la prueba de inmersión de adultas (PIA).

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar cuáles ixodicidas presentan mayor y menor eficacia in vitro frente a las poblaciones recolectadas de *Rhipicephalus microplus*.
- Medir la eficacia de los siete ixodicidas utilizando parámetros reproductivos y aplicando el método de Drummond.
- Analizar y comparar estadísticamente la eficacia de los siete ixodicidas evaluados.

1.4. HIPÓTESIS

H_0. La comparación de la eficacia de siete ixodicidas mediante la técnica de inmersión de adultas no tendrá variaciones tanto para mortalidad de garrapatas adultas, la inhibición de la oviposición y la eclosión de larvas.

H_1. La comparación de la eficacia de siete ixodicidas mediante la técnica de inmersión de adultas tendrá variaciones tanto para mortalidad de garrapatas adultas, la inhibición de la oviposición y la eclosión de larvas.

CAPÍTULO II

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Garrapatas

2.2.1. Generalidades de las garrapatas

Pertenecen a la familia Ixodidae, son ectoparásitos hematofagos de diferentes especies animales. Los vacunos (*Bos taurus*) explotados como la principal actividad económica en el 75% de áreas tropicales y subtropicales, en las regiones de la Costa y Amazónica del Ecuador, son infestados por las especies Rhipicephalus (Boophilus) microplus y Amblyoma cajennese, las cuales son comunes en ganadería tropical, donde el clima caluroso y húmedo favorece su comportamiento biológico (Lugo et al., 2023)

Las garrapatas se dividen en cuatro familias con base en sus características morfológicas: Ixodidae, conocidas como garrapatas de cuerpo duro debido a la presencia de un escudo dorsal quitinizado; Argasidae, o garrapatas de cuerpo blando, que carecen de dicho escudo; Nuttalliellidae, representada por una única especie descrita en el sur de África, la cual presenta rasgos morfológicos intermedios entre las dos familias anteriores; y Laelaptidae. De las familias principales, Ixodidae y Argasidae, se han descrito aproximadamente 907 especies (Lòpez, 2022).

La familia Ixodidae es la más numerosa y reviste una elevada importancia médica y veterinaria, ya que actúa como vector de diversos agentes patógenos, entre los que se incluyen *Bartonella* spp., *Rickettsia* spp., *Ehrlichia* spp., *Babesia* spp. y *Anaplasma* spp., entre otros. Esta familia comprende 241 especies pertenecientes al género *Ixodes* y 442 especies distribuidas en los géneros *Amblyomma*, *Anomalohimalaya*, *Bothriocroton*, *Cosmiomma*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma*, *Margaropus*, *Nosomma*, *Rhipicentor* y *Rhipicephalus*. Asimismo, el género *Boophilus* ha sido reclasificado como un subgénero dentro del género *Rhipicephalus*. (Villamarin, k. 2022).

El género *Rhipicephalus* comprende aproximadamente 81 especies, de las cuales cerca de 60 se distribuyen en el África subsahariana, es decir, en los países ubicados

al sur del desierto del Sahara. Las especies restantes son originarias de regiones de Eurasia Europa y Asia así como del norte de África. Dentro del subgénero *Boophilus* se han descrito cinco especies: *Rhipicephalus microplus*, *Rhipicephalus decoloratus*, *Rhipicephalus annulatus*, *Rhipicephalus geigyi* y *Rhipicephalus kohlsi*. Entre ellas, *R. microplus* destaca por su mayor importancia, ya que ha desplazado progresivamente a otras especies, como *R. decoloratus*, cuya distribución histórica abarcaba amplias zonas de África hasta el Sahara; no obstante, *R. microplus* ha comenzado a sustituirla en el sector sureste de esta región (Villamarin, k. 2022).

2.1.2. Morfología de las garrapatas

Las garrapatas tienen dos rasgos esenciales que las distinguen de otros tipos de ácaros: en los tarsos del primer par de patas, tienen estructuras sensoriales especializadas denominadas órgano de Haller, y en la mayoría de las especies se puede apreciar un hipostoma destacado y con dentículos. Desde la perspectiva morfológica, el cuerpo de las garrapatas se compone de dos áreas fusionadas: el capítulo o gnatósoma y el idiosoma o organismo. En esta última zona se introducen las extremidades locomotoras, que son seis durante la etapa larvaria y ocho durante las etapas de ninfa y adulto. En la zona dorsal poseen dos ojos situados uno a cada lado entre el primer par de patas que detectan movimiento y luz. El orificio genital se encuentra en la línea central del cuerpo entre el segundo y el tercer par de patas. (Guambuguete, D. 2024).

2.2. *Rhipicephalus microplus*

2.2.1. Generalidades de *Rhipicephalus microplus*

Rhipicephalus microplus, a menudo referida como garrapata asiática azul o garrapata de ganado, es una garrapata dura de la familia Ixodidae, catalogada principalmente como propia del ganado. Sin embargo, también tiene la capacidad de parasitar un gran número de hospedadores, que abarcan desde búfalos, caballos, asnos, cabras, ovejas, ciervos, cerdos, perros y algunos animales salvajes como el tapir. Desde un punto de vista económico, R. microplus es la especie de garrapata

más significativa en la zona neotropical y una de las más relevantes a escala global (Rodríguez, M. et al. 2020).

Rhipicephalus microplus se diferencia con una base hexagonal y un escudo de forma ovalada, sin adornos. La espina caudal se puede apreciar desde la perspectiva dorsal y la coxa I cuenta con dos espolones de forma triangular, con el espolón interno siendo más extenso y ancho que el externo. Se pueden apreciar dos espolones en las coxas II y III, con bordes redondeados. Igualmente, exhibe placas adanales con una escotadura claramente delimitada; en las hembras, el surco anal no se muestra y no se aprecian festones. El cuerpo muestra una tonalidad de azul grisáceo y, si no se ingurgita, puede llegar a tener un tamaño aproximado de 3 a 5 mm; no obstante, las hembras que se ingurgitan pueden llegar a tener un tamaño de hasta 1,2 cm (Pérez, X. 2020).

2.2.2. Taxonomía.

Orden: Parasitiformes

Suborden: Ixodida

Familia: Ixodidae

Subfamilia: Rhipicephalinae

Género: Rhipicephalus (Boophilus)

Especie: *R. microplus* R. decoloratus R. annulatus R. geigyi R. kohlsi (Ali, et al 2024).

2.2.3. Características morfológicas de *Rhipicephalus microplus*.

Rhipicephalus microplus puede identificarse por presentar una coloración rojiza en los estadios no ingurgitados, así como un hipostoma con fórmula dentaria 4/4. Esta especie carece de festones y su escudo es liso, sin ornamentación. En las hembras, la espina de la coxa I se encuentra bien desarrollada, mientras que en los machos se observan cuatro placas adanales y la presencia de un proceso caudal característico. (Román, R. et al 2023).

2.2.4. Distribución geográfica

Esta especie proviene de la India y su distribución geográfica está determinada por elementos climáticos y ambientales, como el tipo de terreno, la temperatura y la presencia de refugios. En América, su alcance se extiende desde el norte de Argentina hasta México, incluyendo las zonas tropicales y subtropicales de casi todos los países, excepto Chile. Hasta 2010, su nivel de altitud oscilaba entre los 0 y 2.600 m s. n. m.; sin embargo, posteriormente se informó que se encontraba en Colombia a una altitud de 2.800 m s. n. m., concretamente en el altiplano de Cundiboyacense. (Cortés, Víctor y otros, 2022).

En Ecuador, se ha documentado en provincias de la región tropical y subtropical de la Sierra, Costa, Oriente y Galápagos, e incluso en Imbabura y Carchi, que tienen respectivamente 3781 msnm y 3461 msnm de altitud media, lo que se presupone podría ser resultado del aumento de la temperatura (Orozco, G. 2021)

2.2.5. Ciclo biológico de *Rhipicephalus microplus*.

Las garrapatas pasan por cuatro fases en su ciclo vital: huevo, larva, ninfa y adulto, que puede finalizarse en un lapso cercano de 40 días. *Rhipicephalus microplus* se distingue por su ciclo monoxeno, lo que significa que emplea un solo refugio durante todo su crecimiento (Villar et al., 2020).

El ciclo vital de esta especie inicia con la oviposición llevada a cabo por la hembra adulta o teleógina, que, después de completar su ingesta sanguínea en el hospedador, se desprende y se dirige hacia el suelo en busca de lugares sombríos y resguardados donde acomoda sus huevos. Esta especie tiene un alto potencial de reproducción, dado que una única hembra puede generar entre 2.000 y 3.000 huevos viables (Sánchez et al., 2020).

El lapso de incubación depende de elementos ambientales como la temperatura, la humedad y el periodo del año, y se estima que pueda durar entre seis y ocho semanas aproximadamente. Luego de la eclosión, las larvas del género Rhipicephalus suben y se ubican en la parte alta de los pastos, lo que promueve el contacto y la infestación del ganado en los potreros (Orozco, 2021).En el hospedador, las garrapatas pueden localizarse en distintas regiones corporales. Las

larvas se alimentan de sangre y, tras un período de 4 a 7 días, mudan a ninfas; posteriormente, luego de 5 a 7 días, evolucionan al estadio adulto. Una vez alcanzada esta fase, el adulto se aparea y continúa alimentándose hasta lograr la ingurgitación completa, tras lo cual se desprende y cae al suelo para reiniciar el ciclo biológico (Villar et al., 2020).

2.2.6. Importancia de *Rhipicephalus microplus* en la salud del hospedero.

En todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo, las plagas de garrapatas, especialmente las causadas por *Rhipicephalus microplus*, constituyen uno de los problemas más significativos que impactan la salud y la productividad de los animales (De la Cruz et al., 2023). Esta especie afecta de forma considerable a las granjas de América Latina, entre ellas Ecuador.

Los daños provocados por *R. microplus* pueden ser de naturaleza directa o indirectamente. Los perjuicios directos son causados por los traumas provocados en el hospedador durante la alimentación, además de la inoculación de toxinas y la propagación de varios agentes patógenos. De manera indirecta, la infestación está relacionada con una reducción en la producción de leche y carne, estrés fisiológico, inmunodepresión, anemia, demora en el crecimiento y el surgimiento de enfermedades secundarias, como las miasis, que surgen en las lesiones cutáneas causadas por la garrapata (Condo, 2023).

Durante el proceso de alimentación, la garrapata inyecta saliva que contiene sustancias tóxicas que ingresan directamente al torrente sanguíneo del hospedador; entre ellas se encuentra la holociclotoxina, responsable de la parálisis flácida aguda conocida como parálisis por garrapatas (Ulloa-Ramones, 2021). Esta toxina también interfiere con los mecanismos de coagulación, retardando la cicatrización de las heridas y favoreciendo la formación de miasis. Adicionalmente, las infestaciones elevadas generan estrés continuo en el animal, manifestado por irritación y prurito persistente, lo que reduce la ingesta de alimento y contribuye al desarrollo de inmunodepresión (Ulloa-Ramones, 2021).

2.2.6.1. *Rhipicephalus microplus* como vector de enfermedades.

Las garrapatas constituyen el segundo grupo de artrópodos de mayor importancia como vectores de agentes patógenos, después de los mosquitos. En particular, *Rhipicephalus microplus* actúa como transmisor de diversos microorganismos patógenos, entre los que se incluyen protozoos del género *Babesia*, como *Babesia bovis* y *Babesia bigemina*, así como la rickettsia *Anaplasma marginale*, agentes etiológicos de enfermedades conocidas como ranilla roja o babesiosis (fiebre de garrapata) y ranilla blanca o anaplasmosis, respectivamente. Asimismo, esta especie puede transmitir *Borrelia theileri*. Tanto la babesiosis como la anaplasmosis pueden presentar un curso clínico grave y resultar potencialmente fatales. (Mendoza, R. et al 2023).

2.2.7. Pérdidas económicas ocasionadas por *Rhipicephalus microplus*.

Las garrapatas son pequeños insectos que chupan sangre de los animales. Algunas garrapatas son más dañinas que otras. El rizoma microplus es una de las garrapatas más dañinas. Vive en lugares cálidos como América Central y del Sur y África. Hace mucho dinero para la gente que cría vacas.

Cerca de 800 millones de vacas y otros animales alrededor del mundo tienen garrapatas. Hay cerca de 1.339 millones de vacas y otros animales en el mundo, y alrededor de 800 millones de ellas tienen garrapatas. - Los animales pierden dinero y peso por causa de los ácaros. Los ácaros hacen que los animales sean menos productivos y rentables. Los animales sufren de los ácaros y pierden dinero y peso. Lo mismo sucede cuando una vaca tiene garrapatas en él y una vaca que no tiene garrapatas en él. La vaca con garrapatas pesa aproximadamente 1,29 kg menos que la vaca sin garrapatas. Las enfermedades transmitidas por garrapatas causan una gran cantidad de dinero que se pierde cada año. (León-Clavijo y Hernández-Rojas, 2022).

En el contexto ecuatoriano, más del 75 % del hato bovino se encuentra en zonas infestadas o con riesgo potencial de infestación por *R. microplus* , lo que evidencia la magnitud del problema sanitario y productivo en el país. (Pérez, X. 2020).

2.3. Mecanismos de control de garrapatas

2.3.1. Control químico.

El control de las garrapatas se ha basado principalmente en la aplicación de acaricidas de origen químico, los cuales se administran mediante diversos métodos, entre ellos baños de inmersión, aspersión, bolos intrarruminales, aretes impregnados, administración sistémica por vía inyectable y, más recientemente, mediante la modalidad *pour-on*, que consiste en la aplicación dorsal del producto.; (De la Cruz, A. et al 2023).

En el pasado se utilizaban productos a base de cloro y arsénico; sin embargo, su uso quedó prohibido por los efectos residuales en la carne y medio ambiente; además de, ser tóxicos para el operario (Malla, J. 2025).

En la actualidad los grupos de acaricidas más comunes son: organofosforados, carbamatos, organoclorados, piretroides, amidinas y lactonas macrocíclicas. Sin embargo, al momento el uso de algunos organofosforados y organoclorados está prohibido en el Ecuador debido a su alta toxicidad (Agrocalidad, 2021).

Los primeros agentes en ser utilizados para el control de garrapatas fueron los compuestos arsenicales y los organofosforados, posteriormente, fueron desarrollándose nuevas moléculas químicas como los piretroides y amidinas (amitráz). Existen diferentes agentes ectoparasiticidas, los más importantes por su mecanismo de acción, relacionado con factores que influyen en el desarrollo de genes de resistencia, son los que se mencionan a continuación; (Rodríguez et al. 2020)

2.3.1.1. Arsenicales

Compuestos a base de arseniato de calcio, acetoarsenito de cobre, arseniato de cobre, arseniato de plomo, arsenito de potasio o arsenito de sodio. Estos productos fueron muy utilizados antes y durante la primera mitad del siglo XX, sin embargo, su alta toxicidad sobre mamíferos provocó que fueran quedando en desuso. Se cree que el arsénico y sus metabolitos inducen peroxidación lipídica, creando especies reactivas de oxígeno (ERO) y nitrógeno (ERN) por la inhibición de la actividad

enzimática del glutatión reductasa y tiorredoxina reductasa, que tienen una función protectora celular contra el daño oxidativo; (Aguilar et al. 2021)

2.3.1.2. Organoclorados

Incluyen insecticidas como el DDT, metoxiclor y Perthano. Estos productos lipofílicos son absorbidos a través de la matriz de lipoproteínas de la cutícula, y una vez en el organismo, son absorbidos a través de los canales de sodio del axón inhibiendo la bomba de calcio, lo que prolonga el potencial de acción negativo y la activación de impulsos nerviosos múltiples y repetitivos, provocando parálisis rígida y agotamiento metabólico, que lleva al artrópodo a la muerte (Aguilar et al. 2021).

2.3.1.3. Organofosforados

Los más utilizados de este grupo son Diclorvos, Triclorflon, Clorpirifos, entre otros. Actúan inhibiendo la acetilcolinesterasa, por lo que bloquea la degradación del neurotransmisor acetilcolina en las sinapsis neuronales del sistema nervioso central (Aguilar et al. 2021).

2.3.1.4. Carbamatos

Son análogos sintéticos derivados de la fisostigmina ej. Carbaril y Propoxur, un alcaloide tóxico vegetal. Los N-metilcarbamatos poseen una efectividad toxigénica muy alta y se utilizan muy frecuentemente para sustituir a los organoclorados y organofosforados, que actualmente, son más propensos a la formación de resistencias en artrópodos. Su mecanismo de acción consiste en la inhibición reversible de la acetilcolinesterasa, por lo que también pueden provocar alta toxicidad en animales y humanos, también bloquean los receptores de acetilcolina al ser su molécula similar a esta; (Rodríguez, M. et al. 2020).

2.3.1.5. Amidinas o Formamidinas

Su mecanismo de acción consiste en trabajar como agonistas com-petitivos del neurotransmisor octopamina. El producto más utilizado de esta familia química es el Amitráz, que puede ser absorbido en mamíferos a través de la piel o por ingestión, también actúa como repelente contra garrapatas. Este efecto, tanto repelente como ixodicida, se basa en su acción antagónica sobre los receptores de octopamina del

sistema nervioso central, lo que origina hiperexcitabilidad y muerte por parálisis al no poder fijarse la garrapata a su hospedero para alimentarse; (Rodríguez, M. et al. 2020).

2.3.1.6. Piretroides

Son moléculas químicas sintéticas derivadas de las piretrinas, su mecanismo de acción se caracteriza por alterar la transmisión del impulso nervioso al modificar el canal de sodio de las membranas neuronales. Los piretroides pueden ser de tipo I, carentes de grupo alfa ciano en su molécula, en este grupo se encuentran la aletrina, permetrina, tetrametrina, cismetrina, entre otros. Los piretroides tipo II poseen grupo alfa ciano, acá se encuentra la cipermetrina, deltametrina, etc; (Aguilar et al. 2021).

Los piretroides tipo I se caracterizan por provocar descargas espaciadas en nervios sensoriales, motores e interneuronas del sistema nervioso central, mientras que los piretroides tipo II provocan una despolarización, y, por lo tanto, una disminución del potencial de membrana de los axones, por lo que se produce parálisis flácida y muerte. Ambos grupos tienen la característica de presentar un efecto residual posterior a su aplicación a través de baños de inmersión, aplicando el producto directamente sobre la piel de los animales, por lo que son los que más uso han tenido desde su aparición en el mercado; (Aguilar et al. 2021).

2.3.1.7. Lactonas macrocíclicas

Son compuestos derivados de la fermentación de los actinomicetos, se dividen en avermectinas y milbemicinas. Ambos grupos son bastante similares en su mecanismo de acción, en el caso de Ivermectina, el compuesto más conocido de las avermectinas que actúan uniéndose de forma específica a los receptores del glutamato (ácido gama aminobutírico) ubicados en la sinapsis neuromuscular. De esta manera estimula el ingreso de iones a los canales de cloro de forma continua, provocando un aumento de la conductividad de impulsos eléctricos a través de la membrana celular, originando parálisis muscular y muerte de la garrapata por suspensión de ingesta y oviposición; (Aguilar et al. 2021).

2.3.2. Control biológico

El control biológico es la introducción intencional de un microorganismo u organismo antagonista en un entorno para regular la población de un parásito, reduciendo su densidad por debajo del umbral para causar enfermedades y pérdidas económicas. Este enfoque utiliza la intervención humana activa y no tiene impactos negativos en el medio ambiente como los métodos químicos. La investigación realizada en ambos laboratorios y en el campo ha demostrado que ciertos enemigos naturales son cruciales para controlar las poblaciones de garrapatas (Condo, 2023).

Los agentes biológicos identificados incluyen aves, roedores, musarañas, hormigas, arañas, hongos, plantas e insectos del orden Hymenoptera, particularmente los géneros Ixodiphagus y Hunterellus. Durante las etapas ninfálicas de las garrapatas, estos insectos actúan como parásitos depositando sus huevos en ellos, haciendo que las larvas consuman internamente el parásito. Un agente de control biológico es efectivo si se dirige al organismo específico que se supone que debe y no daña a otras especies. Para las garrapatas de ganado, se han sugerido hormigas como método de control potencial. (Villamarín, 2022).

De esta manera se ha documentado la eficacia de diversos hongos entomopatógenos capaces de infectar y provocar la mortalidad de garrapatas, entre los que destacan *Metarhizium anisopliae* (cepas 127 y Brasil), *Paecilomyces fumosoroseus*, *Verticillium lecanii* (cepas 1 y 2) y *Beauveria bassiana* (cepa LBBb14), entre otros. Estos hongos se caracterizan por su elevado poder residual, alta especificidad hacia el hospedador, notable capacidad patogénica, facilidad de multiplicación en condiciones de laboratorio y conservación de su virulencia en el campo (Bravo y Carranza, 2022).

2.3.3. Inmunización del ganado vacuno.

El mecanismo de acción de las vacunas basadas en el antígeno Bm86 para el control de las infestaciones por garrapatas se fundamenta en la inducción de una respuesta de anticuerpos policlonales dirigidos contra un antígeno oculto del parásito. Para el desarrollo de una vacuna de aplicación universal, resulta indispensable que el gen objetivo presente un alto grado de homogeneidad entre las diferentes especies y

aislamientos de garrapatas. A nivel internacional, se han desarrollado numerosos estudios dirigidos a identificar proteínas similares al antígeno Bm86 en diferentes especies y cepas de garrapatas. Como respuesta a los problemas derivados de la variabilidad genética y la aparición de resistencia, se formuló una nueva vacuna recombinante basada en Bm95, la cual se reconoce como un homólogo del antígeno Bm86. Ensayos recientes de vacunación en bovinos expuestos a infestaciones por *Rhipicephalus microplus y Rhipicephalus annulatus* han mostrado eficacias generales del 60 % y del 100 %, respectivamente, lo que pone de manifiesto el potencial de Bm86 como un componente clave en el desarrollo de vacunas antigarrapatas con un espectro de acción más amplio (Villamarín, 2022).

Asimismo, a partir de extractos complejos de garrapatas se han logrado aislar diversos antígenos de interés, entre los que se incluyen Bm95, Bm86, inhibidores de tripsina y SBm7462 (Gutiérrez-Osorio, 2023). En países vecinos como Colombia, actualmente se comercializan dos vacunas orientadas al control de *Rhipicephalus microplus*, TickGardPlus® y GavacTM®, ambas basadas en la proteína Bm86 (Canales et al., 2008). Sin embargo, hasta el momento, su utilización en el Ecuador ha sido limitada. (Villamarin, K. 2022).

2.3.4. Manejo de potreros

Diversas estrategias buscan reducir la carga de garrapatas en su fase larvaria fuera del hospedador. Entre ellas, la rotación sistemática de potreros constituye una medida eficaz, ya que provoca la mortalidad de un porcentaje significativo de larvas por inanición, considerando que estas pueden sobrevivir en el pasto entre 30 y 60 días y que su viabilidad disminuye progresivamente con el tiempo. En este sentido, se recomienda una rotación mínima de 45 días para maximizar su efectividad (Pavón-Leyva, 2022). La literatura también menciona la quema controlada de potreros como una alternativa; no obstante, esta práctica no es ampliamente recomendada debido a los riesgos ambientales y operativos que implica (Condo, 2023).

Asimismo, se ha evidenciado el potencial de extractos vegetales como alternativas de control. Por ejemplo, extractos etanólicos obtenidos de semillas de anona (*Annona squamosa*) y de hojas de neem (*Azadirachta indica*) han mostrado

eficacias del 70,8 % y 80 %, respectivamente, frente a *Rhipicephalus microplus* De manera similar, reportaron efectos significativos en la mortalidad y reducción de la oviposición mediante el uso de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*), hojas de morera (*Morus alba*), pimienta negra (*Piper nigrum*) y la combinación de ajo (*Allium sativum*) con clavo de olor (*S. aromaticum*). (Malla, J. 2021).

2.4. Mecanismos de resistencia

Las garrapatas pueden experimentar modificaciones en su estructura genética que son transmitidas a las generaciones posteriores, lo que les permite sobrevivir a la exposición a los acaricidas. En consecuencia, las nuevas poblaciones heredan genes asociados a la resistencia presentes en las generaciones previas. Estas alteraciones genéticas pueden manifestarse mediante cambios en los sitios blanco de acción del acaricida, el incremento de la actividad metabólica o de los mecanismos de detoxificación, así como el fortalecimiento de las barreras protectoras externas de la garrapata, lo que limita la penetración del compuesto químico. (FAO 2024).

La resistencia a ixodicidas empezó a reportarse a finales de la década de 1970 e inicios de los años 80 en diferentes regiones de África, y América Latina, entre los primeros agentes en sufrir resistencia estaban los organofosforados y los compuestos arsenicales que tenían ya muchos años

en el mercado. Uno de los principales factores que aún contribuyen a la aparición de resistencias es el uso excesivo e incontrolado de productos ixodicidas, algunos estudios también reportan la influencia de factores climáticos y regionales que aportan características para mejorar la adaptabilidad de las garrapatas a la presión selectiva ocasionada por agentes tóxicos, tanto así que a inicios de la década del año 2000, también se detectaron altas prevalencias en la resistencia a amitráz y posteriormente cepas de garrapatas multirresistentes contra el efecto de amidinas, piretroides y organofosforados. Cabe destacar que entra más se marque la presencia de una multirresistencia más problemático se hace el encontrar soluciones para el control de ectoparásitos, en una región (Aguilar et al, 2021)

Los productos ixodicidas más utilizados en la actualidad son derivados de ésteres de ácidos fosfóricos o carbámicos sustituidos, esto los hace susceptibles a hidrólisis por esterasas, es decir, que entre más esterasas produzca una garrapata, mayor

eficiencia tendrá el mecanismo de desintoxicación metabólica por hidrólisis o secuestro de estos compuestos. Estudios documentados demuestran que la resistencia a ixodicidas está asociada a un aumento en la expresión de esterasas, por lo que el uso de trifenilfosfato (TPP) puede inhibir esta síntesis de esterasa para aumentar el efecto tóxico de los ixodicidas. Este mismo mecanismo también funciona en la resistencia a piretroides aumentando la actividad de enzimas como la Citocromo P450, glutatión-s-transferasa y carboxilesterasas, lo que provoca una hidrolisis por diferentes vías metabólicas; (Rodríguez, M. et al. 2020).

2.4.1. Resistencia metabólica

Este mecanismo implica la acción de diferentes enzimas, principalmente estereasas, glutatión-transferasas o mono oxigenasas. Cada una de las cuales representa una vía regulada por sobre expresión de genes codificantes que producen una amplificación del ADN y sobre expresión de genes regulatorios (genes del citocromo P450). Se ha reportado la participación de las enzimas de la citocromo P450 y de la Glutation S-transferasa en la actividad detoxificadora de garrapatas *R. microplus* contra ivermectina. Dentro de estos mecanismos de desintoxicación, las estereasas son las enzimas más importantes, al producir gran cantidad de enzimas con efecto sobre las moléculas de los agentes ixodicidas, en un proceso de secuestro e hidrólisis de dos pasos (Kumar et al. 2020).

Son cambios estructurales por mutaciones puntuales en moléculas que son el blanco directo de los agentes tóxicos, como los receptores GABA y los genes que controlan los canales de sodio en los que se han detectado hasta 50 mutaciones de resistencia (Kumar et al. 2020).

La mutaciones que se presentan en este mecanismo se conocen como tipo Kdr (Knock down resistance) o “modificación del sitio blanco”, que consisten en alterar estructuralmente los canales de sodio para evitar la adhesión del agente ixodicida a estos, en el caso del gen de la Acetilcolinesterasa (AChe) estas modificaciones se producen por medio de polimorfismos de un solo nucleótido (SNP’s) en los sitios activos, originando una enzima estructuralmente alterada insensible a la acción inhibitoria especialmente de organofosforados, similar mecanismo ocurre con el gen Est9 de la Carboxilesterasa en la posición G1120A, que sustituye una guanina

por una adenina y por consiguiente la sustitución en la síntesis transcripcional de un aspartato por aspa¬ragina (Aguilar et al. 2020;

A nivel del gen del canal del cloro dependiente de gluconato (GluCl) se ha observado la mutación T546C, que sustituye una timina por una citocina en garrapatas resistentes a lactonas macrocíclicas (Rodríguez, M. et al. 2020).

El canal de sodio está conformado por cuatro dominios homólogos de repetición (Identificados I a IV), cada uno de estos posee seis segmentos α-helicoidales de transmembrana (S1 a S6), que son modificados estructuralmente por el gen del voltaje del canal de sodio (VSG) a través de una mutación por formación de SNP's en la región enlazadora del dominio II S4-5 (super kdr) y domi¬nio II y III S6 (kdr), que sustituyen aminoácidos identificados como T170C, G184C, G215T, C190A, C190G en el dominio II, y T2134A y T2134C del dominio III que dan como resultado la sustitución de una fenilalanina por una isoleucina; (Kumar et al., 2020).

La mutación en la posición 190 (C190A) de la secuencia de nucleótidos origina una sustitución de leucina por isoleucina, que está implicada en la resistencia a permetrina, cipermetrina y flumetrina, mientras que la mutación G215T resulta en la sustitución de glicina por valina y T170C origina un reemplazo de metionina por treonina para adquirir resistencia a flumetrina; (Kumar et al. 2020).

Las mutaciones del gen receptor de octopamina / tiramina (OCT/Tyr) están asociadas a resistencia al Amitraz, en este caso el gen receptor sufre una sustitución de los nucleótidos de las posiciones A22C cambiando el aminoácido treonina a prolina y T65C sustituyendo leucina por serina. Es importante conocer todos estos procesos de recambio de aminoácidos, debido que el mecanismo de acción de ixodicidas como los piretroides, necesitan de la presencia de un residuo aromático de fenilalanina, triptófano o tirosina para poder ejercer la acción tóxica; (Kumar et al., 2020).

Estas mutaciones por sí solas pueden causar resistencias parciales, sin embargo, al combinarse se fortalecen y convierten a los especímenes en multirresistentes y más difíciles de combatir, tal como se menciona al inicio de este apartado, se cree que además podrían existir implicaciones inmunológicas pero este campo aún no arroja

mucha información sobre estos procesos fisiológicos, que además permitirían el uso de nuevos compuestos para el control de garrapatas; (Aguilar et al, 2021;

La respuesta inmune está basada en la hemolinfa, que juega un rol importante en la defensa contra patógenos y en la depuración de agentes tóxicos por medio de rutas metabólicas y enzimáticas, donde la fosfatasa, catalasa y glutatión S transferasas contribuyen a la depuración de compuestos tóxicos. Aguilar et al, 2021; estudiaron estas vías y reportaron un aumento de estas enzimas en cepas resistentes de garrapatas. Estas cepas resistentes a piretroides poseen una sobre expresión de oxidasas y monooxigenasas originadas en el citocromo P450. De acuerdo con estos estudios la resistencia a garrapatas se asocia con una disminución de proteínas involucradas en funciones metabólicas cuando los individuos son resistentes, por lo que la resistencia parece influir en el metabolismo, al tener que sacrificar ciertas funciones a cambio de sobrevivir, esto podría explicar un silenciamiento genético asociado a funciones de crecimiento, reproducción y respuesta inmune.

2.4.2. Detección de mecanismos de resistencia a ixodicidas

El campo genómico, proteómico y transcriptómico ha sido de mucha utilidad para la detección de mecanismos fisiológicos mediante los cuales las garrapatas pueden adaptarse a los efectos producidos por diversos productos ixodicidas y responder inmunológicamente contra otros agentes patógenos como bacterias. Estudios sobre el proteoma de garrapatas *R. microplus* en saliva y hemolinfa demostraron el papel de estas en la respuesta inmune y desintoxicación del organismo. Actualmente se trabaja en la reducción de aparición de factores de resistencia por medio del control de aplicación de determinados productos, esto incluye la rotación de agentes o la combinación de varios de ellos, limitando la capacidad de adaptación de los organismos a un determinado producto y en el mejor de los casos evitar la introducción de nuevas especies resistentes a regiones donde las poblaciones aún no presentan resistencia. La bioseguridad de hatos de animales productivos es muy importante a nivel agropecuario, antes de que los animales nuevos ingresen a la explotación se deben colocar en cuarentena, especialmente si se sospecha que se encuentran infestados con garra-patas provenientes de regiones donde se ha

confirmado por laboratorio la presencia de genes de resistencia (Rodríguez, M. et al. 2020).

Las garrapatas que han desarrollado resistencia poseen capacidad de reacción detoxificadora originada en la adaptación a la presión ambiental sobre el organismo, en principio, originada en el medio ambiente de forma natural. Se sabe que existe un mecanismo basado en adaptación genética por hidrólisis a compuestos que afectan el metabolismo como método de defensa (alelopatía) por parte de otro organismo, generalmente plantas en el caso de artrópodos ancestros herbívoros, por lo que la adaptación evolutiva juega un papel importante en la supervivencia (Rodríguez, M. et al. 2020).

Para determinar estas adaptaciones se han utilizado técnicas basadas en el uso de iRNA para silenciamiento genético y secuenciación genómica, que proporcionan un panorama más amplio por análisis proteómico, del desarrollo de mutaciones en los genes que participan en los procesos metabólicos involucrados en el mecanismo de acción de los ixodicidas. Este análisis también permite el descubrimiento de antígenos que permitan desarrollar protección en los animales contra las garrapatas por medio de vacunación. El iRNA inoculado en las garrapatas adultas originará procesos de transcripción y traducción que permitirán la transmisión de esta información genética a la descendencia; (Kumar et al., 2020).

El primer paso para diagnosticar la presencia de resistencia en una población de garrapatas consiste en exponerlas a ixodicidas y establecer la eficiencia de un producto o la sensibilidad ya sea de fases adultas o de fases larvarias. Estas pruebas tienen como desventaja la necesidad de mucho tiempo y material biológico por lo que no son prácticas ni eficientes cuando se requiere resultados inmediatos en poblaciones de animales muy afectadas.

En el campo molecular una de las primeras pruebas desarrolladas fueron el “Ensayo Alelo específico de PCR” (PASA por sus siglas en inglés), que consistió en determinar genotipos de larvas, observándose una alta presencia de mutaciones en el sitio objetivo de acción de los piretroides, asociadas a altas tasas de supervivencia contra estos fármacos (Aguilar et al, 2021).

El método más efectivo y rápido se lleva a cabo por medio de pruebas moleculares que son más rápidas, eficientes, sensibles y específicas para identificar mutaciones alélicas con el análisis de un solo espécimen. La secuenciación genética ha permitido establecer asociaciones entre mutaciones en genes específicos, especialmente SNP's y aparecimiento de resistencia a determinados ixodicidas, estableciendo marcadores genéticos con fines diagnósticos. Para ello se debe hacer una clonación del ADN y un posterior análisis de la secuencia genómica para detectar genes específicos (Aguilar et al, 2021).

2.4.3. Métodos de diagnóstico de resistencias

Para el diagnóstico adecuado de la resistencia a acaricidas químicos en garrapatas, se han desarrollado diversas metodologías, entre las que se incluyen los análisis químicos, los bioensayos y las pruebas de tipo molecular. (FAO 2024).

2.4.3. Bioensayos para el diagnóstico de resistencias

Para evaluar la resistencia a los acaricidas en garrapatas se han establecido tres bioensayos principales, de los cuales dos se aplican al estadio larvario y uno al estadio adulto. Entre estos, la prueba de inmersión de adultas (PIA), propuesta por Drummond et al. (1973), se utiliza de forma habitual para medir la eficacia de distintos acaricidas en poblaciones de garrapatas adultas (Kumar et al., 2020).

Otro método ampliamente empleado es la prueba de paquete larval, descrita inicialmente por Stone y Haydock (1962) y posteriormente adaptada para la evaluación del amitraz por Santos et al. (2013). Este bioensayo ha sido validado por la FAO como una herramienta diagnóstica confiable para la detección de resistencia, motivo por el cual su uso es recomendado y promovido por esta organización (Rodríguez et al., 2020).

Finalmente, la prueba de inmersión de larvas, descrita por Shaw (2021), ha experimentado diversas modificaciones a lo largo del tiempo; sin embargo, aún no cuenta con una estandarización completa. A pesar de esta limitación, se ha utilizado principalmente para evaluar acaricidas con acción sistémica, mostrando resultados útiles en estudios experimentales (Rodríguez et al., 2020).

Diversos estudios han empleado estos bioensayos para la detección de resistencia a acaricidas. Soberanes et al. (2022) utilizaron los tres métodos para documentar los primeros casos de resistencia a amitraz y piretroides en México, mientras que Mendes et al. (2022) reportaron hallazgos similares en Brasil. Asimismo, Rosario-Cruz et al. (2009), Pediante la prueba de paquete larval, identificaron resistencia a piretroides en poblaciones de garrapatas en México. De igual manera, Andreotti et al. (2011), empleando la prueba de inmersión de adultas, detectaron resistencia a alfacipermetrina, cipermetrina y amitraz en Brasil; (López, G. 2021).

2.4.3.2. Pruebas químicas

Las pruebas químicas consisten en ensayos destinados a evaluar la actividad de las esterasas, con el fin de establecer si existe una correlación entre la supervivencia larvaria y el nivel de actividad enzimática cuando las garrapatas son expuestas a antiparasitarios. No obstante, la aplicación de estas pruebas requiere el uso de reactivos y equipos especializados de alto costo; (López, G. 2021).

2.4.3.3. Pruebas moleculares

La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) se emplea para la identificación de alelos específicos asociados a la resistencia frente a distintos acaricidas. En el caso de los piretroides, el análisis se orienta a la detección de la sustitución de fenilalanina por isoleucina en el dominio III S6 del gen que codifica el canal de sodio. Para el amitraz, la resistencia se evalúa mediante la correlación de dos polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) localizados en el gen del receptor de octopamina, utilizando la técnica de RFLP-PCR basada en marcadores génicos. Las pruebas moleculares se emplean como herramientas complementarias a otros métodos diagnósticos, como los bioensayos o las pruebas químicas, con el fin de obtener una evaluación más precisa de la resistencia. (Kumar et al., 2020).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización del experimento**

La fase de campo de esta investigación se realizó en el cantón San Miguel, específicamente en las parroquias Balsapamba, Régulo de Mora y Bilován. La fase de laboratorio y los bioensayos se llevaron a cabo en las instalaciones de la Universidad Estatal de Bolívar. en predios ganaderos de producción bovina (carne y leche)

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Características	Balsapamba	Regulo de Mora	Bilovan
Altitud msnm	750 - 877	250 – 2480	877 - 2316
Latitud	1º45´56.99´´S	1º52´42´´S	1º48´30´´S
Longitud	79º10´32.8´´W	79º11´17´´O	79º07´10´´O
T. Media	22ºC	24ºC	17ºC
T. Mínima	20ºC	22ºC	12ºC
T. Máxima	24ºC	26ºC	22ºC
Precipitación	1000 – 3000	1000 – 1500	1700 - 2100
Heliofanía	N/A	N/A	N/A
H. Relativa	70 – 90%	70 – 90%	70 – 90%

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Universidad Estatal de Bolívar 2026.

- **Zona de vida**

Según la clasificación de zonas de vida de Leslie Holdridge, el área de estudio correspondió a la formación de Bosque Húmedo Montano Bajo (BHMB). Esta zona se caracteriza por una altitud media de 1100 msnm y un rango de temperatura que oscila entre los 12°C y 24°C.

3.2. Metodología

3.2.1. Material en estudio

El material biológico consistió en 1440 garrapatas adultas hembras ingurgitadas (*teleoginas*) de la especie *Rhipicephalus microplus*.

3.2.2. Factores en estudio

Factor A: Garrapatas

Factor B: Tratamientos

- **B1:** Agua Tipo II (Control)
- **B2:** Cipermetrina
- **B3:** Amitraz
- **B4:** Etión
- **B5:** Diclorvos
- **B6:** Clorpirifos
- **B7:** Triclorfon
- **B8:** *Metarhizium anisopliae*

3.2.3. Tratamientos

Descripción de tratamientos

Tratamientos	Código	Descripción
T1	A1B1	Agua Tipo II (Control)
T2	A1B2	Cipermetrina
T3	A1B3	Amitraz
T4	A1B4	Etión
T5	A1B5	Diclorvos
T6	A1B6	Clorpirifos
T7	A1B7	Triclorfon
T8	A1B8	*Metarhizium anisopliae*

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, identificando localidades ganaderas como bloques para disminuir la variabilidad entre las poblaciones de

garrapatas y reducir el error experimental. Se comparó ocho tratamientos con tres repeticiones en cada uno de los seis bloques, conformando 144 unidades experimentales. Cada unidad estuvo integrada por 10 garrapatas adultas, lo que permitió analizar un total de 1.440 individuos durante el experimento.

	DESCRIPCIÓN	T.U.E.	REPETICIÓN	Localidades	Total
T1	CONTROL	10	3	6	180
T2	CIPERMETRINA	10	3	6	180
T3	AMITRAZ	10	3	6	180
T4	ETHIÓN	10	3	6	180
T5	DICLORVOS	10	3	6	180
T6	CLORPIRIFOS	10	3	6	180
T7	TRICLORFON	10	3	6	180
T8	METARIZHIUM	10	3	6	180
TOTAL					**1440**

3.2.5. Manejo de la investigación

- **Fase de Campo**

Se realizó visitas y muestreos en seis predios ganaderos dedicados a la producción bovina, ubicados en las parroquias Balsapamba, Régulo de Mora y Bilován, del cantón San Miguel. En cada unidad se realizó la recolección manual de teleoginas (*Rhipicephalus microplus*) directamente de los bovinos. Las garrapatas se colocaron en recipientes plásticos estériles, previamente rotulados con el nombre del predio y la fecha de muestreo, con el fin de asegurar la viabilidad de las muestras.

Los bovinos evaluados presentaron, en promedio, una condición corporal intermedia (3 en una escala de 1 a 5) y un estado sanitario general adecuado, aunque se observaron algunos casos de infestación por Dermatobia hominis. Para el estudio, solo se incluyeron animales clínicamente estables, a fin de evitar que factores propios del hospedador influyeran en la calidad de las garrapatas recolectadas.

La recolección se realizó bajo condiciones climáticas variables, con días soleados y nublados, registrándose temperaturas ambientales promedio entre 18 y 20 °C en las localidades muestreadas. Posteriormente, las muestras fueron transportadas al laboratorio en recipientes plásticos estériles de boca ancha, a temperatura ambiente, garantizando una adecuada aireación y la conservación de las teleoginas durante el traslado.

- **Fase de Laboratorio y Bioensayo**

Una vez recolectadas, las muestras fueron trasladadas al laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias para su respectiva aclimatación durante 12 horas. El proceso de limpieza y desinfección de las unidades experimentales inició con la desinfección de las teleoginas mediante un lavado con una solución de cloro al 0.1%, utilizando papel absorbente para retirar el exceso de humedad. Posteriormente, se hizo uso del microscopio para el sexaje de *Rhipicephalus microplus* en busca de hembras adultas ingurgitadas (teleóginas); estas fueron pesadas en una balanza analítica para el registro del peso inicial de los ejemplares.

Para el bioensayo, se prepararon las soluciones de los siete ixodicidas (ver Tabla 2) siguiendo estrictamente las dosis sugeridas por los fabricantes, además de un grupo control.

Tabla 1

Detalle de ixodicidas, dosis y diluciones utilizadas

Tratamiento	Composición	Dosis Empleada	Cantidad 200 ml agua
T2	Cipermetrina (20%)	1 ml / 1 L	0.2 ml
T3	Amitraz (21%)	1 ml / 1 L	0.2 ml

Tratamiento	Composición	Dosis Empleada	Cantidad 200 ml agua
T4	Etión (83%)	0.75 ml / 1 L	0.15 ml
T5	Diclorvos (75.8%)	1.5 ml / 1 L	0.3 ml
T6	Clorpirifos (48%)	1 ml / 1 L	0.2 ml
T7	Triclorfon (97%)	15 g / 10 L	0.3 g
T8	*Metarhizium anisopliae*	5 g / 1 L	1 g

Se establecieron unidades compuestas por 10 ejemplares, se realizaron tres repeticiones por cada uno de los ocho tratamientos, abarcando la totalidad de los seis predios seleccionados. Tras homogeneizar las mezclas, se aplicó la técnica de inmersión utilizando gasas para contener a las garrapatas, sumergiéndolas en las soluciones durante dos minutos exactos.

- **Incubación y Monitoreo**

Tras el tratamiento, los ejemplares se colocaron sobre papel absorbente para un secado breve y luego se transfirieron a cajas Petri, las cuales fueron selladas con Parafilm para garantizar un ambiente controlado, evitar la deshidratación y asegurar que no hubiera escapes de los especímenes. Las cajas se introdujeron en la incubadora a una temperatura promedio de 28°C y una humedad del 80%. Se realizó el registro para constatar la mortalidad y la oviposición a los quince días de iniciado el proceso de incubación.

Al finalizar la fase de oviposición, se retiraron las hembras para el pesaje de la masa de huevos, manteniendo estos últimos en incubación hasta completar la eclosión, bajo constante observación microscópica.

- **Evaluación Final y Conteo**

En la etapa final, las larvas fueron sacrificadas por medio de calor para facilitar la extracción de cuatro alícuotas por muestra. Estas alícuotas se fijaron sobre cinta adhesiva dividida en cuadrantes dentro de una caja Petri. Finalmente, mediante el uso de un estereomicroscopio, se procedió al conteo sistemático de cascarones y huevos no eclosionados a los veintiocho días posterior a la oviposición, permitiendo determinar con precisión los índices de eclosión y la eficacia de cada producto mediante la fórmula de Drummond.

Para la determinación de la eficacia de cada medicamento se utilizó la siguiente fórmula descrita por el manual de la FAO en base al método de Drummond.

$$\text{ER} = \frac{\text{weight of eggs laid (g)}}{\text{number of females}} \times \text{estimated hatch (\%)} \times 20\,000 \text{ (\# eggs per g)}$$

$$\text{Control (\%)} = \frac{\text{ER control ticks - ER treated ticks}}{\text{ER control ticks}} \times 100$$

3.2.6 Métodos de evaluación y datos a tomarse

- **Mortalidad**

La mortalidad se evaluó mediante el conteo de garrapatas adultas fallecidas después de la aplicación de los tratamientos. Las observaciones se efectuaron en tiempos previamente establecidos post-tratamiento, considerándose muertas aquellas garrapatas que no evidenciaron movimiento ni reaccionaron ante estímulos mecánicos. Los datos obtenidos se presentaron como valores absolutos y porcentajes de mortalidad para cada tratamiento.

- **Inhibición de la oviposición**

La inhibición de la oviposición se determinó a partir del peso total de la masa de huevos producida por las garrapatas que sobrevivieron a los tratamientos. Al concluir el período de oviposición, las masas ovígeras fueron recolectadas y pesadas utilizando una balanza analítica, registrándose los resultados en gramos (g). La reducción del peso de los huevos respecto al grupo control se empleó como indicador del nivel de inhibición de la oviposición.

- **Inhibición de la eclosión**

La inhibición de la eclosión se estableció mediante la estimación del porcentaje de huevos que lograron desarrollarse hasta larvas viables. Para este fin, las masas de huevos se incubaron bajo condiciones controladas de temperatura y humedad.

- **Peso total de los huevos**

Este valor se obtuvó mediante el pesaje de todas las masas de huevos producidas por cada unidad experimental, empleando una balanza digital, lo que permitió evaluar la capacidad reproductiva de las garrapatas tras la intervención.

- **Eficacia total**

La eficacia de los tratamientos se calculó a partir del índice reproductivo, utilizando la ecuación propuesta por Drummond. La cual considera de manera conjunta la mortalidad de las garrapatas, la reducción en la puesta de huevos y la inhibición de la eclosión, lo que permite expresar la efectividad total de cada tratamiento como un porcentaje relativo al grupo control.

3.2.7. Análisis de datos

La información generada durante la fase experimental fue organizada y analizada de manera preliminar utilizando el programa estadístico Excel. Posteriormente, el análisis estadístico formal se realizó con el software InfoStat. Conforme al diseño experimental empleado (DBCA), las localidades se consideraron como factor de bloqueo, lo que permitió controlar la variabilidad ambiental y minimizar el error experimental.

CAPITULO IV

4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 2

Evaluación estadística (ANOVA) de la mortalidad de garrapatas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	75,94	7	10,85	4,11	0,0004
Tratam	75,94	7	10,85	4,11	0,0004
Error	359,06	136	2,64		
Total	434,99	143			

Tabla 3

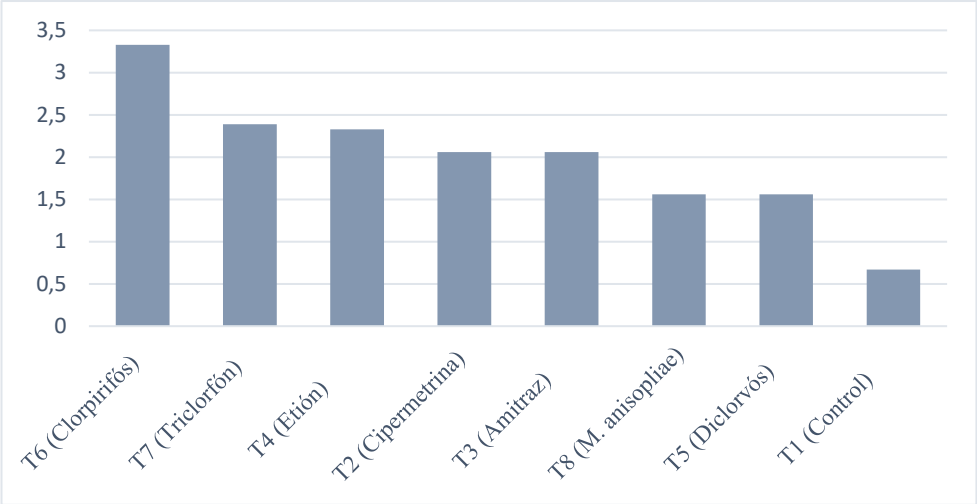
Número de garrapatas muertas (G-M)

Tratamientos	G-M	Porcentaje	Significancia (*)		
T6 (Clorpirifos)	3,33	33,3	A		
T7 (Triclorfon)	2,39	23,9	A	B	
T4 (Etión)	2,33	23,3	A	B	
T2 (Cipermetrina)	2,06	20,6	A	B	C
T3 (Amitraz)	2,06	20,6	A	B	C
T8 (M. anisopliae)	1,56	15,6		B	C
T5 (Diclorvos)	1,56	15,6		B	C
T1 (Control)	0,67	6,7			C

Elaborado por: *Cepa, M & Sanisaca, J. 2026*

Figura 1

Numero de garrapatas muertas



El análisis estadístico evidenció diferencias entre el promedio de garrapatas muertas (G-M) y en el porcentaje de mortalidad entre los tratamientos, lo que refleja el efecto diferencial de los ixodicidas evaluados. El tratamiento T6 presentó el mayor valor de G-M (3,33) y el porcentaje de mortalidad más alto, lo que indica una elevada eficacia in vitro frente a garrapatas adultas. De forma similar, los tratamientos T7 y T4 registraron valores intermedios de G-M (2,39 y 2,33, respectivamente), asociados a porcentajes de mortalidad moderados, lo que sugiere una eficacia aceptable contra *Rhipicephalus microplus*.

Los tratamientos T2 y T3 presentaron un valor de G-M de 2,06, junto con porcentajes de mortalidad relativamente bajos, lo que sugiere una respuesta variable y una eficacia limitada, posiblemente relacionada con la presencia de resistencia en las poblaciones parasitarias. En contraste, los tratamientos T8 y T5 registraron los valores más bajos de G-M (1,56) y una mortalidad reducida (15,6 %), evidenciando una efectividad aún menor.

Finalmente, el tratamiento control (T1) mostró el menor número de garrapatas muertas (0,67), lo que permite confirmar las diferencias observadas entre los tratamientos evaluados.

Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Mendoza et al. (2021), quienes señalan que la aplicación de Amitraz y/o Cipermetrina a una dosis de 1 ml/L, tanto

de forma individual como combinada, alcanzó eficacias superiores al 90 % en bovinos infestados, lo que resalta el potencial de estos principios activos en programas de control.

De forma similar, los tratamientos con niveles intermedios de mortalidad mostraron una eficacia moderada, un comportamiento que coincide con lo descrito por Mendoza et al. (2021), quienes indican que la combinación de ixodicidas puede producir un efecto sinérgico, fortaleciendo la acción acaricida y mejorando los resultados en poblaciones de garrapatas susceptibles.

Tabla 4

Análisis de varianza (ANOVA) del número de garrapatas que ovipositaron

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	162,97	7	23,28	4,43	0,0002
Tratamientos	162,97	7	23,28	4,43	0,0002
Error	714,78	136	5,26		
Total	877,75	143			

Tabla 5

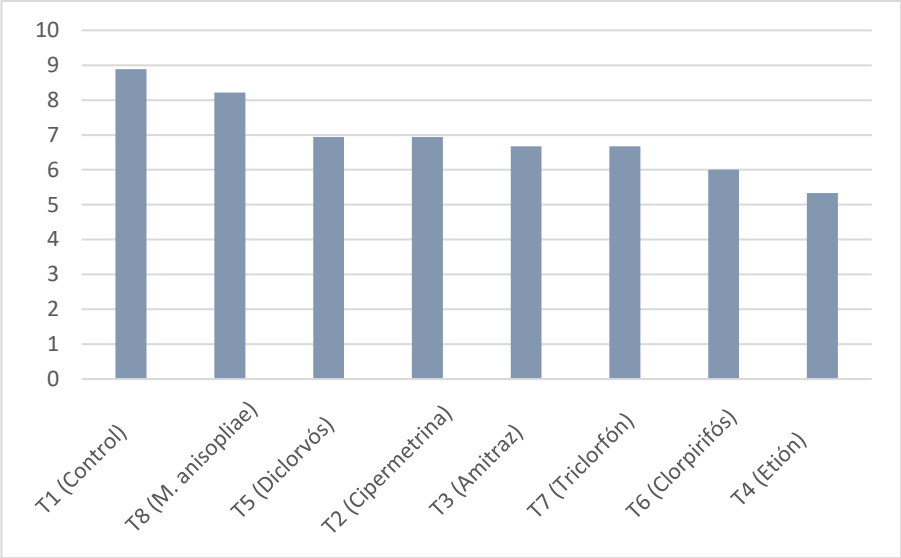
Número de garrapatas que ovipositaron

Tratamientos	G-M	Significancia (*)		
T1 (Control)	8,89	A		
T8 (M. anisopliae)	8,22	A	B	
T5 (Diclorvos)	6,94	A	B	C
T2 (Cipermetrina)	6,94	A	B	C
T3 (Amitraz)	6,67	A	B	C
T7 (Triclorfon)	6,67	A	B	C
T6 (Clorpirifos)	6		B	C
T4 (Etión)	5,33			C

Elaborado por: *Cepa, M & Sanisaca, J. 2026*

Figura 2

Número de garrapatas que ovipositaron



Los resultados evidenciaron diferencias en el número promedio de garrapatas que lograron ovipositar (G-M), atribuibles al efecto de los distintos ixodicidas evaluados. El tratamiento control (T1) presentó el mayor número de garrapatas ovipositantes (8,89), lo que refleja el comportamiento reproductivo normal de la especie en ausencia de tratamiento.

De manera consistente, el tratamiento T8 alcanzó el valor más elevado (8,22), lo que indica que permitió la oviposición de un número considerable de garrapatas y, por tanto, presentó una baja eficacia en la inhibición del proceso reproductivo. En cambio, los tratamientos T5, T2, T3 y T7 mostraron valores intermedios de oviposición, que oscilaron entre 6,67 y 6,94, evidenciando una reducción parcial de la actividad oviposicional, aunque sin diferencias estadísticamente significativas respecto al tratamiento control. Finalmente, los tratamientos T6 y T4 registraron los valores más bajos de garrapatas ovipositoras (6,00 y 5,33, respectivamente), lo que demuestra una mayor interferencia sobre la capacidad reproductiva de *Rhipicephalus microplus* en comparación con los demás tratamientos evaluados.

(Dorado & Regino, 2023) en su investigación sobre "Resistencia de poblaciones de garrapatas *Rhipicephalus (boophilus)* microplus a tres acaricidas en fincas ganaderas del departamento de Córdoba, Colombia" determinó que los acaricidas

aplicados tuvieron un 50 % de efectividad debido al uso prolongado de los mismos acaricidas convencionales. En conjunto, estos hallazgos resaltan la importancia de evaluar no solo la mortalidad, sino también la inhibición de la oviposición.

Tabla 6

ANOVA del peso de los huevos producidos por garrapatas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,47	7	0,07	0,68	0,686
Tratamientos	0,47	7	0,07	0,68	0,686
Error	13,35	136	0,1		
Total	13,82	143			

Tabla 7

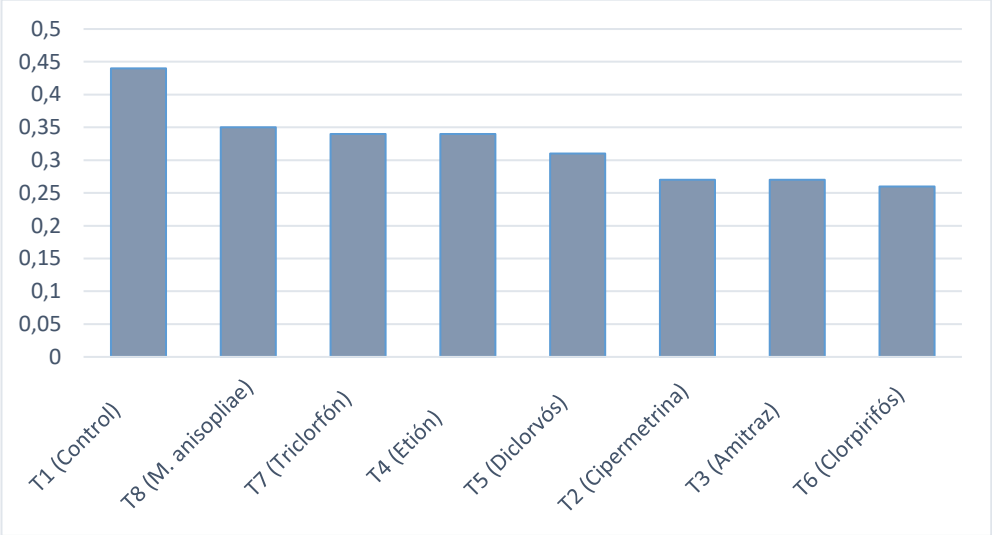
Peso de los huevos de garrapata

Tratamientos	Peso HPG	Significancia (NS)
T1 (Control)	0,44	A
T8 (M. anisopliae)	0,35	A
T7 (Triclorfon)	0,34	A
T4 (Etión)	0,34	A
T5 (Diclorvos)	0,31	A
T2 (Cipermetrina)	0,27	A
T3 (Amitraz)	0,27	A
T6 (Clorpirifos)	0,26	A

Elaborado por: *Cepa, M & Sanisaca, J. 2026*

Figura 3

Peso de los huevos



De acuerdo a los datos obtenidos se determinó el peso de los huevos (HPG) de las garrapatas por cada tratamiento evidenciando que no existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo a la prueba de Tukey entre los tratamientos evaluados, ya que todos se ubicaron dentro del mismo grupo de significancia (A). Esto indica que, los distintos ixodicidas no generaron un efecto diferencial marcado sobre el peso de los huevos producidos por *Rhipicephalus microplus*.

(Villar et al., 2021) "Resistencia Acaricidas tópicos de poblaciones de garrapatas *Rhipicephalus microplus* provenientes de cuatro departamentos de Colombia" menciona una similaridad a la investigación expuesta ya que los acaricidas no intervienen en el peso de los huevos por lo que la variación observada en los parámetros reproductivos, como la oviposición o la viabilidad de los huevos, estaría más relacionada con la acción del principio activo sobre la supervivencia y la fisiología de las garrapatas adultas que con un efecto directo sobre el peso de los huevos de las garrapatas.

Tabla 8

ANOVA del porcentaje de eclosión de huevos

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25519,25	7	3645,61	8,32	<0,0001
Tratam	25519,25	7	3645,61	8,32	<0,0001
Error	59611,97	136	438,32		
Total	85131,22	143			

Tabla 9

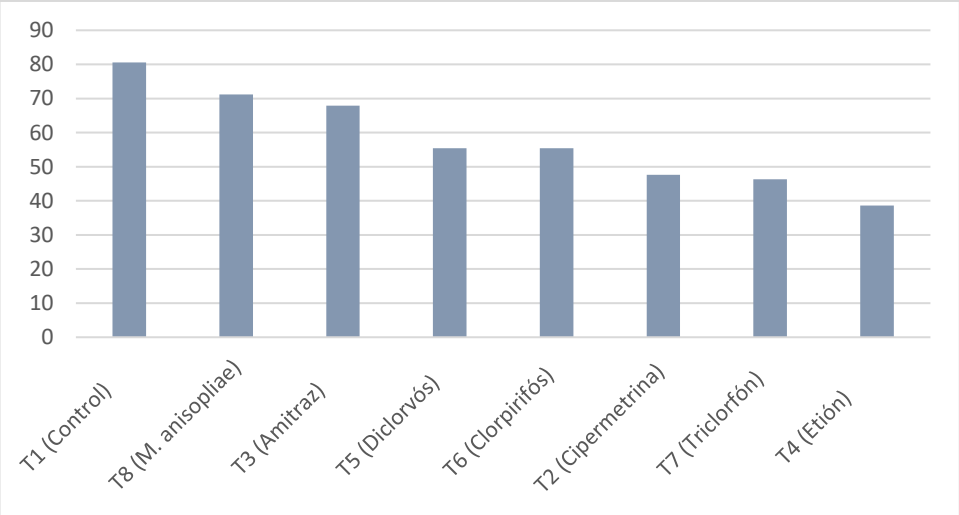
Porcentaje de eclosión

Tratamientos	Media	Significancia (*)			
T1 (Control)	80,61	A			
T8 (M. anisopliae)	71,21	A	B		
T3 (Amitraz)	67,92	A	B	C	
T5 (Diclorvos)	55,45		B	C	D
T6 (Clorpirifos)	55,39		B	C	D
T2 (Cipermetrina)	47,63			C	D
T7 (Triclorfon)	46,28				D
T4 (Etión)	38,63				D

Elaborado por: *Cepa, M & Sanisaca, J. 2026*

Figura 4

Porcentaje de eclosión



El porcentaje de eclosión mostró diferencias entre los tratamientos evaluados, lo que evidencia que los distintos ixodicidas ejercieron efectos variables sobre la viabilidad de los huevos de *Rhipicephalus microplus*. El tratamiento control (T1) presentó el mayor porcentaje de eclosión (80,61 %), reflejando el desarrollo embrionario normal de la especie en ausencia de tratamiento.

De forma análoga, el tratamiento T8 presentó un alto porcentaje de eclosión (71,21 %), lo que evidencia una baja capacidad para afectar la viabilidad de los huevos. En cuanto a los tratamientos T3, T5 y T6, estos mostraron porcentajes intermedios de eclosión (entre 55,39 % y 67,92 %), lo que sugiere una disminución moderada del proceso de eclosión, aunque sin lograr una inhibición completa del desarrollo larvario.

T2 y T7 mostraron porcentajes de eclosión más reducidos (47,63 % y 46,28 %, respectivamente), lo que sugiere un impacto más significativo sobre la viabilidad de los embriones. A su vez, el tratamiento T4 presentó el valor más bajo de eclosión (38,63 %), evidenciando una mayor alteración en el desarrollo embrionario de Rhipicephalus microplus frente al resto de los tratamientos evaluados.

Estos hallazgos concuerdan con lo descrito por Brizo y López (2022), quienes, en un estudio in vitro realizado en Honduras con cinco ixodicidas, señalaron que determinados principios activos afectan de manera considerable la eclosión de los huevos, reduciendo la viabilidad larvaria, mientras que otros presentan un efecto menos marcado. Las diferencias observadas entre tratamientos resaltan la necesidad de seleccionar ixodicidas que, además de ser eficaces contra las garrapatas adultas, actúen de forma efectiva sobre las etapas reproductivas y embrionarias, favoreciendo un control más completo y sostenible de la garrapata.

Tabla 10

Anova porcentaje de eficacia

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23942,06	6	3990,34	5,7	<0,0001
Tratamientos	23942,06	6	3990,34	5,7	<0,0001
Error	83335,33	119	700,3		
Total	107277,39	125			

Tabla 11

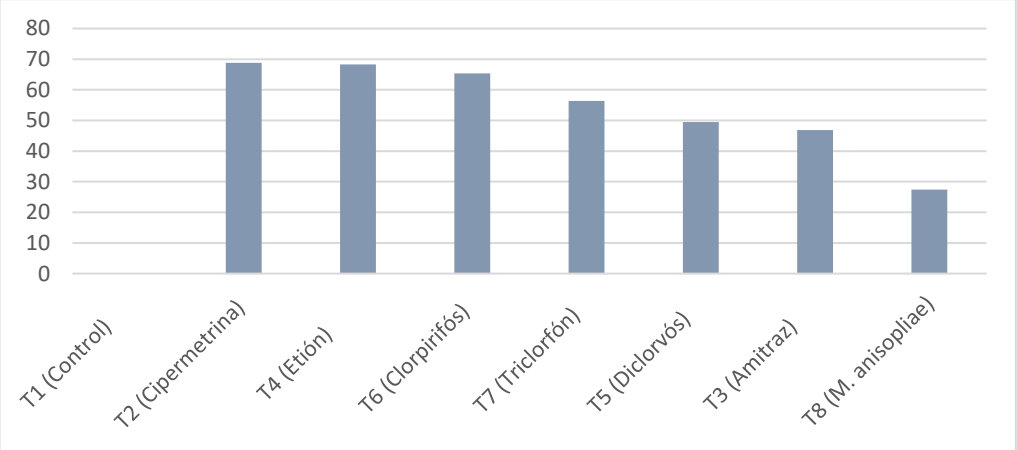
Porcentaje de eficacia

Tratamientos	Medias	*	
T1 (Control)	0	A	
T2 (Cipermetrina)	68,77	B	
T4 (Etión)	68,3	B	
T6 (Clorpirifos)	65,35	B	
T7 (Triclorfon)	56,42	B	
T5 (Diclorvos)	49,51	B	C
T3 (Amitraz)	46,87	B	C
T8 (M. anisopliae)	27,45		C

Elaborado por: *Cepa, M & Sanisaca, J. 2026*

Figura 5

Porcentaje de eficacia



Los porcentajes de eficacia obtenidos evidencian una respuesta diferencial de *Rhipicephalus microplus* frente a los tratamientos evaluados. Como era previsible, el tratamiento control (T1) no mostró eficacia, dado que no se aplicó ningún ixodicida. En contraste, los tratamientos T2, T4, T6 y T7 alcanzaron los valores más elevados de eficacia, con porcentajes que oscilaron entre 56,42 % y 68,77 %, lo que indica un nivel de control moderado. Estos resultados sugieren que, si bien dichos tratamientos lograron disminuir parcialmente la carga parasitaria, no fueron suficientes para lograr un control total de la infestación.

Los tratamientos T5 y T3 su eficacia fue intermedia (49,51 % y 46,87 %), reflejando una efectividad limitada frente a *R. microplus* . Finalmente, el tratamiento T8 registró la menor eficacia (27,45 %).

Estos hallazgos concuerdan con lo señalado por Barrios (2021), quien, en una evaluación in vitro del extracto de *Piper tuberculatum* para el control de *Rhipicephalus microplus*, reportó una eficacia variable en tratamientos de origen vegetal, en muchos casos inferior a la observada con ixodicidas químicos convencionales. Identificando la limitada eficacia del tratamiento T8 pone de manifiesto la necesidad de profundizar en estudios que evalúen ajustes en las concentraciones o combinaciones de principios activos, con el fin de mejorar la acción acaricida, especialmente en el desarrollo de alternativas biológicas enfocadas en un control sostenible de las garrapatas.

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Con base a los resultados obtenidos, se evidenciaron diferencias entre los tratamientos evaluados en cuanto a la mortalidad de garrapatas adultas, la inhibición de la oviposición y el porcentaje de eclosión de larvas. Algunos ixodicidas presentaron una mayor eficacia, reflejada en un incremento en la mortalidad y una mayor interferencia en los parámetros reproductivos, mientras que otros mostraron una eficacia limitada, con valores elevados de oviposición y eclosión. Estas variaciones demuestran que los siete ixodicidas no actuaron de manera homogénea sobre *Rhipicephalus microplus*. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) la misma que menciona "La comparación de la eficacia de siete ixodicidas mediante la técnica de inmersión de adultas tendrá variaciones tanto para mortalidad de garrapatas adultas, la inhibición de la oviposición y la eclosión de larvas."

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La comparación in vitro de la eficacia de siete ixodicidas mediante la prueba de inmersión de adultas permitió evidenciar diferencias en el control de *Rhipicephalus microplus*, demostrando que no todos los tratamientos presentan el mismo nivel de efectividad sobre la mortalidad de garrapatas adultas ni sobre los parámetros reproductivos evaluados, lo que confirma la variabilidad en la acción acaricida bajo condiciones de laboratorio.

- Se identificaron ixodicidas con mayor eficacia in vitro, los cuales presentaron mayores porcentajes de mortalidad y una reducción significativa en la oviposición y eclosión de larvas, así como tratamientos con menor eficacia, caracterizados por bajos porcentajes de control y una limitada interferencia en el ciclo reproductivo de *Rhipicephalus microplus*, evidenciando diferentes niveles de respuesta de la garrapata a los principios activos evaluados.

- La valoración de la eficacia de los siete ixodicidas, mediante el análisis de parámetros reproductivos y la aplicación del método de Drummond, permitió evaluar de forma integral el impacto de cada tratamiento sobre la mortalidad, la reducción de la oviposición y la viabilidad de los huevos, confirmando que el estudio de los indicadores reproductivos es un criterio fundamental para estimar la eficacia real de los acaricidas.

- El análisis estadístico comparativo de los siete ixodicidas reveló diferencias significativas en sus niveles de eficacia, identificándose tratamientos con porcentajes de control superiores al 70 % y otros con valores inferiores al 30 %. Estos hallazgos facilitaron la identificación de los productos con mejor desempeño, al evidenciar mayores tasas de mortalidad y una disminución significativa de la oviposición y la eclosión larvaria, lo que reafirma la importancia del análisis estadístico como una herramienta clave para la toma de decisiones en el manejo de *Rhipicephalus microplus.*

5.2. RECOMENDACIONES

- Dar prioridad al empleo de los ixodicidas que evidenciaron mayor eficacia in vitro, debido a que presentaron elevadas tasas de mortalidad en garrapatas adultas y una mayor interferencia sobre los parámetros reproductivos de *Rhipicephalus microplus*, favoreciendo un control más eficiente de la infestación.

- Se propone la implementación de programas de rotación y/o combinación de ixodicidas con distintos mecanismos de acción, con el propósito de minimizar la presión de selección y disminuir el riesgo de aparición de resistencia en las poblaciones de garrapatas, contribuyendo a la sostenibilidad de las estrategias de control.

- Integrar los resultados de los ensayos in vitro con evaluaciones in vivo y estudios en condiciones de campo, con el fin de confirmar la eficacia observada en el laboratorio en escenarios reales de producción bovina, además de optimizar las dosis y los métodos de aplicación de los ixodicidas.

BIBLIOGRAFÍA

Agrocalidad (2021). Plaguicidas prohibidos en Ecuador. Agrocalidad. https://www.agrocalidad.gob.ec

Aguilar Díaz, H., Esquivel Velasquez, M., Quiroz Castañeda, R., Miranda Miranda, E., Conde Baeye, R., Cobaxín Cárdenas, M., Cossío Bayúgar, R. (2018). Comparative Hemolymph Proteomic and Enzymatic Analyses of Two Strains of Rhipicephalus (Boophilus) micro¬plus Ticks Resistant and Susceptible to Ixo¬dicides. BioMed Research International. doi:10.1155/2018/9451547

Ali, A. et al. (2016). "A revision of two distinct species of Rhipicephalus: *R. microplus* and R. australis Uma", Ciência Rural. doi: 10.1590/0103-8478cr20151416.

Bermúdez, J. (2021). Incidencia de Rhipicephalus boophilus microplus en bovino. Santa Ana (hacienda Primavera) en provincia de Manabí cantón Santa Ana en La Unión durante el periodo Enero – Junio del 2020. Trabajo de investigación. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Bravo, B.; Carranza, K. (2022). Uso de hongos entomopatogenos como alternativa en el control biológico de garrapatas en la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas. Repositorio digital INIAP. http;//repositorio. Iniap.gob.ec

Condo, X. (2023). Intensificación del manejo de pasturas, calidad de biomasa y recuento de garrapatas en predios ganaderos en la cuenca del río Quijos de la Amazonía ecuatoriana. Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Central del Ecuador.

Cortés, V. (2011). Garrapatas: estado actual y perspectivas. Biomédica.

De la Cruz Díaz, A.; González, R.; María Vila, M.; Castañeda, R.; Maldonado, E. (2023). Prevalencia y diagnóstico de resistencia a ixodicidas en garrapatas de ganado bovino en municipios de Chiapas y Tabasco, México. Revista Chapingo serie agricultura tropical. DOI:10.5154/r.rchsagt.2023.03.09

FAO (2024). Ticks: Acaricide resistance, diagnosis, management and prevention.”, en Guideline resistance management and integrated parasite control in ruminants. Agriculture Department. Roma.

Guambuguete, D. (2024). Identificación taxonómica y eficacia del Fipronil y Cipermetrina a las garrapatas en ganado bovino en la parroquia Telimbela Comunidad la Alsacia. Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de Medica veterinaria zootecnista. Universidad Agraria del Ecuador.

Kumar, R., Klafke, G., & Miller, R. (2020). Volta¬ge-gated sodium channel gene mutations and pyrethroid resistance in Rhipicephalus micro¬plus. Ticks and Tick-borne Diseases. doi:10.1016/j.ttbdis.2020.101404

León-Clavijo, M.; Hernández-Rojas, E., (2012). Descripción de la proteína Bm86, polimorfismo y su papel como inmunógeno en el ganado bovino infestado por garrapatas. NOVA. Disponible en: http://unicolmayor.edu.co/publicaciones/index.php/nova/article/view/196/392.

Lopez, G. (2021). Técnicas de investigación de garrapatas en el laboratorio y en el campo. Centro Regional de Investigación El Nus. Antioquia, Colombia.

Lugo, M.; Zambrano, J.; Fonseca, C. y Angulo, F. (2023). Identificación de garrapatas (Acari:Ixodidae) en sistemas de producción bovina doble propósito del Cantón Chone, Provincia de Manabí, Ecuador. La Técnica. DOI: https://doi.org/10.33936/latecnica.v13i1.5200

Malla, J. (2015). Eficacia de los aceites esenciales de Amborisa peruviana Willd y Lepichinia mutica Benth sobre la garrapata Rhipicephalus (boophilus) microplus. Trabajo de investigación. Universidad técnica Particular de Loja.

Mendoza, R.; María Lugo, M.; Zambrano, J.; Fonseca, C.; Montes, V.; Angulo, F. (2023). Eficacia de ixodicidas aislados o combinados en bovinos infestados con garrapatas (acari: ixodidae), Manabí – Ecuador. Revista ESPAMCIENCIA. DOI: https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v14i2.357

Orozco, G. (2018). Distribución espacial de garrapatas que afectan a las ganaderías ecuatorianas de las tres regiones, usando como referencia la línea equinoccial. Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Central del Ecuador.

Pérez, X. (2020). Distribución de la resistencia a los acaricidas amitraz, ivermectina y alfacipermetrina en garrapatas Boophilus microplus y posibles factores de riesgo asociados, en la zona ±0.5 grados de latitud de la línea equinoccial de Ecuador. Trabajo de Titulación (modalidad Proyecto de Investigación) previo a la obtención del Título de Magister en Epidemiología y Salud Pública Veterinaria. Universidad Central del Ecuador.

Peron, F. (2021). Comparación de técnicas de bioensayos garrapaticidas "test de paquete larvario e inmersión de adultas" para evaluar la susceptibilidad de Rhipicephalus (Boophilus) microplus frente a Fipronil. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes – Argentina.

Rodríguez, M.; Figueroa, L.; Martínez, L. (2020). Mecanismos moleculares de resistencia a ixodicidas. Revista Ciencia Animal. Universidad de San Carlos Guatemala.

Sánchez, B.; Flores, S.; Rodríguez, E.; Anaya, A.; Contreras, E.; (2020). Causas y consecuencias del cambio climático en la producción pecuaria y salud animal. Revista mexicana de ciencias pecuarias. https://doi.org/10.22319/rmcp.v11s2.4742

Temeyer, K. (2018). Molecular biology of tick acetyl¬cholinesterases. Frontiers In Bioscience. doi:10.2741/4646

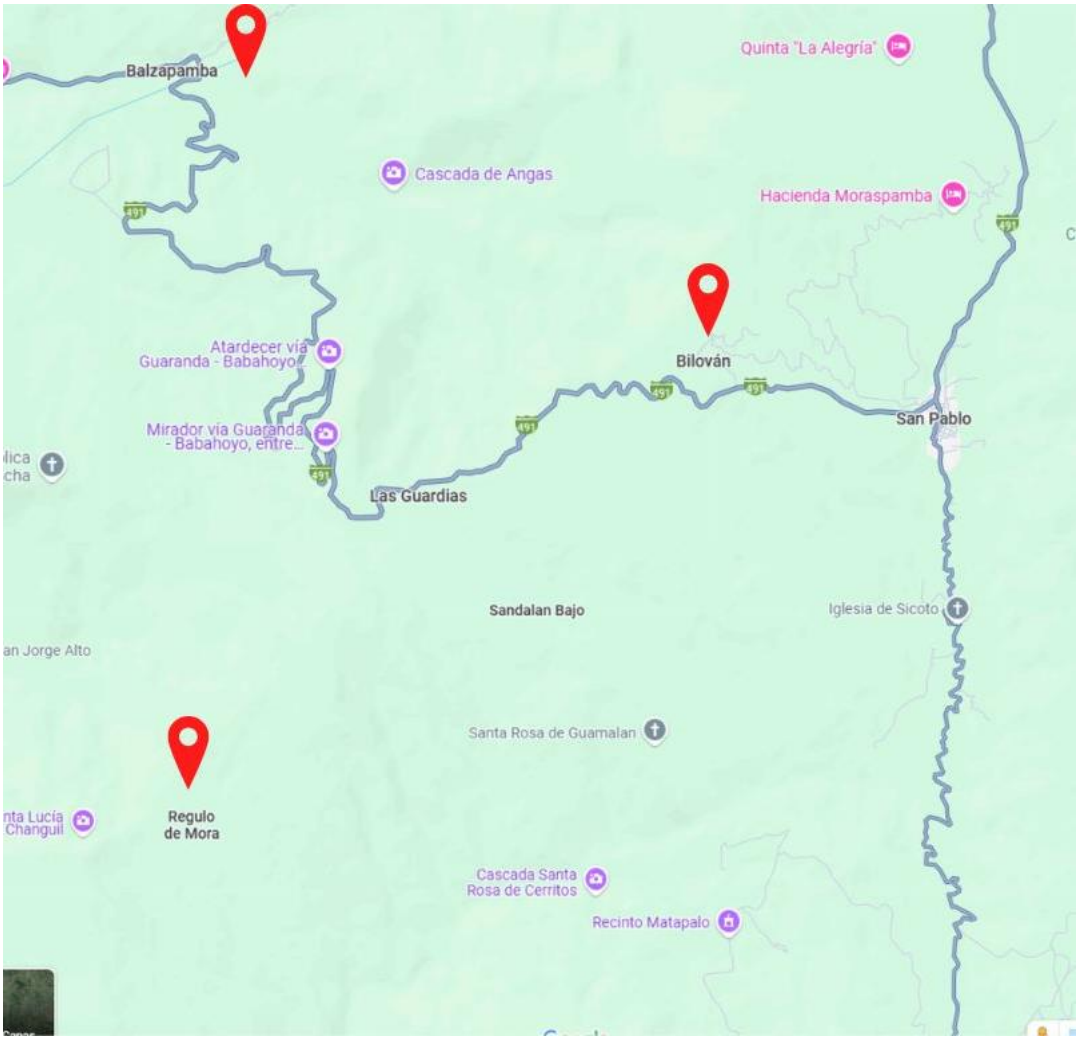
Ulloa-Ramones, L. (2021). Incidencias de los tipos de garrapatas *Rhipicephalus microplus* y *Amblyomma cajennense* en el ganado bovino de la parroquia Huambi del Cantón Sucua categorizados por sexo y edad. Revista polo del conocimiento. https://orcid.org/0000-0001-5946-5900

Villamarin, K. (2022). Identificación de la garrapata en bovinos (Bos Taurus) del Cantón Quijos, Parroquia San Francisco de Borja. Maestría en Ciencias Veterinarias. Universidad Técnica de Cotopaxi.

Villar, D.; Piedrahita, D.; Rodríguez-Durán, A.; Cortés-Vecino, J.; Góngora-Orjuela, A.; Martínez, N; Chaparro-Gutiérrez, J. (2016). Resistencia in vitro a acaricidas tópicos de poblaciones de garrapatas Rhipicephalus (Boophilus) microplus provenientes de cuatro departamentos de Colombia. Rev. CES Med. Zootec.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación.



Fuente :*Google Maps, 2026*

Características	**Balsapamba**	**Regulo de Mora**	**Bilovan**
Altitud msnm	750 - 877	250 – 2480	877 - 2316
Latitud	1º45´56.99´´S	1º52´42´´S	1º48´30´´S
Longitud	79º10´32.8´´W	79º11´17´´O	79º07´10´´O

Anexo 2. Croquis del ensayo

	DESCRIPCIÓN	**T.U.E.**	**REPETICIÓN**	**LOCALIDADES**	**TOTAL**
T1	CONTROL	10	3	6	180
T2	CIPERMETRINA	10	3	6	180
T3	AMITRAZ	10	3	6	180
T4	ETIÓN	10	3	6	180
T5	DICLORVOS	10	3	6	180
T6	CLORPIRIFOS	10	3	6	180
T7	TRICLORFON	10	3	6	180
T8	METARIZHIUM	10	3	6	180
TOTAL					**1440**

Anexo 3. Base de datos

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

TEMA: COMPARACIÓN IN VITRO DE LA EFICACIA DE SIETE IXODICIDAS EN EL CONTROL DE *Rhipicephalus microplus*. MEDIANTE LA PRUEBA DE INMERSIÓN DE ADULTAS (PIA).

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Población	Tratamiento	Rep	NGM (Muertas)	NHO (Oviposición)	PTHg (g)	% Eclosión	ER	% Eficacia
P1	T1 Control	R1	1	9	0,1531	70,7	21648,34	—
P1	T1 Control	R2	1	9	0,1689	79,2	26753,76	—
P1	T1 Control	R3	1	9	0,1382	96,79	26752,76	—
P1	T2 Cipermetrina	R1	2	8	0,0587	59,59	6995,87	72,07
P1	T2 Cipermetrina	R2	1	9	0,0599	47,98	5748	77,06
P1	T2 Cipermetrina	R3	2	7	0,0716	52,42	7506,54	70,04
P1	T3 Amitraz	R1	1	8	0,073	87,45	12767,7	49,03
P1	T3 Amitraz	R2	1	7	0,0743	67,82	10078,05	59,77
P1	T3 Amitraz	R3	2	7	0,0912	82,24	15000,58	40,12
P1	T4 Etión	R1	2	4	0,0316	58,27	3682,66	85,3
P1	T4 Etión	R2	3	3	0,0374	57,79	4322,69	82,74

P1	T4 Etión	R3	3	2	0,0384	60,37	4636,42	81,49
P1	T5 Diclorvos	R1	4	6	0,1043	32,36	6750,3	73,05
P1	T5 Diclorvos	R2	5	5	0,0935	33,44	6253,28	75,04
P1	T5 Diclorvos	R3	5	5	0,1301	46,37	12065,47	51,84
P2	T1 Control	R1	1	8	0,1788	62,27	22267,75	11,11
P2	T1 Control	R2	1	7	0,1946	70,15	27302,38	-8,98
P2	T1 Control	R3	2	7	0,1984	72,27	28676,74	-14,47
P2	T2 Cipermetrina	R1	2	3	0,0045	47,69	429,21	98,29
P2	T2 Cipermetrina	R2	2	4	0,0057	49,73	566,92	97,74
P2	T2 Cipermetrina	R3	1	4	0,009	41,27	742,86	97,03
P2	T3 Amitraz	R1	4	3	0,021	77,2	3242,4	87,06
P2	T3 Amitraz	R2	3	4	0,027	66,86	3610,44	85,59
P2	T3 Amitraz	R3	4	4	0,0231	64,23	2967,43	88,15
P2	T4 Etión	R1	3	0	0,119	3,96	942,48	96,24
P2	T4 Etión	R2	3	2	0,1132	3,52	796,93	96,82
P2	T4 Etión	R3	2	1	0,1002	6,11	1224,44	95,11
P2	T5 Diclorvos	R1	2	7	0,1691	61,27	20721,51	17,28
P2	T5 Diclorvos	R2	1	7	0,1983	64,91	25743,31	-2,76
P2	T5 Diclorvos	R3	1	8	0,1537	76,44	23497,66	6,2
P2	T6 Clorpirifos	R1	2	6	0,0601	56,55	6797,31	72,87
P2	T6 Clorpirifos	R2	2	5	0,0494	60,18	5945,78	76,27
P2	T6 Clorpirifos	R3	3	5	0,0573	58,53	6707,54	73,23
P2	T7 Triclorfon	R1	4	1	0,2073	8,87	3677,5	85,32
P2	T7 Triclorfon	R2	3	2	0,1901	7,21	2741,24	89,06
P2	T7 Triclorfon	R3	3	1	0,196	6,69	2622,48	89,53

P2	T8 M. anisopliae	R1	4	5	0,1507	82,25	24790,15	1,04
P2	T8 M. anisopliae	R2	3	7	0,1479	75,05	22199,79	11,38
P2	T8 M. anisopliae	R3	4	6	0,1229	83,72	20578,38	17,86
P3	T1 Control	R1	0	9	0,2294	89,17	40911,2	-63,31
P3	T1 Control	R2	0	10	0,1912	93,36	35700,86	-42,51
P3	T1 Control	R3	0	9	0,1818	81,8	29742,48	-18,72
P3	T2 Cipermetrina	R1	4	5	0,0635	16,94	2151,38	91,41
P3	T2 Cipermetrina	R2	4	4	0,0768	14,73	2262,53	90,97
P3	T2 Cipermetrina	R3	5	5	0,0787	15,94	2508,96	89,98
P3	T3 Amitraz	R1	5	4	0,1537	62,47	19203,28	23,35
P3	T3 Amitraz	R2	3	4	0,1866	68,32	25497,02	-1,78
P3	T3 Amitraz	R3	4	5	0,1622	50,5	16382,2	34,61
P3	T6 Clorpirifos	R1	6	1	0,1569	0	0	100
P3	T6 Clorpirifos	R2	7	3	0,1492	0	0	100
P3	T6 Clorpirifos	R3	8	2	0,1337	0	0	100
P3	T8 M. anisopliae	R1	0	10	0,1388	76,81	21322,46	14,89
P3	T8 M. anisopliae	R2	1	9	0,177	95,83	33923,82	-35,42
P3	T8 M. anisopliae	R3	1	9	0,1684	80,05	26960,84	-7,62
P4	T1 Control	R1	1	9	0,4485	81,65	73240,05	-192,36
P4	T1 Control	R2	2	8	0,4143	80,45	66660,87	-166,09
P4	T1 Control	R3	0	10	0,48	91,19	87542,4	-249,45
P4	T2 Cipermetrina	R1	3	7	0,38	49,33	37490,8	-49,65
P4	T2 Cipermetrina	R2	2	8	0,3705	43,43	32181,63	-28,46
P4	T2 Cipermetrina	R3	3	7	0,3529	50,91	35932,28	-43,43
P4	T3 Amitraz	R1	2	8	0,4907	56,41	55360,77	-120,99

P4	T3 Amitraz	R2	3	7	0,3957	54,19	42885,97	-71,19
P4	T3 Amitraz	R3	1	9	0,4414	54,34	47971,35	-91,49
P4	T4 Etión	R1	3	6	0,4039	35,79	28911,16	-15,41
P4	T4 Etión	R2	3	7	0,4516	43,19	39009,21	-55,72
P4	T4 Etión	R3	4	6	0,4138	37,63	31142,59	-24,31
P4	T5 Diclorvos	R1	2	8	0,4687	64,92	60856,01	-142,92
P4	T5 Diclorvos	R2	3	7	0,4608	65,65	60503,04	-141,51
P4	T5 Diclorvos	R3	2	7	0,4742	72,77	69015,07	-175,49
P4	T6 Clorpirifos	R1	2	8	0,1633	69,31	22636,65	9,64
P4	T6 Clorpirifos	R2	1	9	0,1983	82,26	32624,32	-30,23
P4	T6 Clorpirifos	R3	2	8	0,167	79,07	26409,38	-5,42
P4	T7 Triclorfon	R1	4	6	0,4357	72,77	63411,78	-153,12
P4	T7 Triclorfon	R2	3	7	0,3686	71,95	53041,54	-111,73
P4	T7 Triclorfon	R3	2	8	0,3867	63,54	49141,84	-96,16
P4	T8 M. anisopliae	R1	1	8	0,4578	62,59	57307,4	-128,76
P4	T8 M. anisopliae	R2	1	9	0,4079	59,95	48907,21	-95,23
P4	T8 M. anisopliae	R3	2	8	0,4366	50,83	44384,76	-77,17
P5	T1 Control	R1	1	9	0,3563	76,51	54521,03	-117,63
P5	T1 Control	R2	1	8	0,3567	82,02	58513,07	-133,57
P5	T1 Control	R3	0	9	0,3985	79,91	63688,27	-154,23
P5	T2 Cipermetrina	R1	3	7	0,2831	68,96	39045,15	-55,86
P5	T2 Cipermetrina	R2	2	8	0,2393	62,65	29984,29	-19,69
P5	T2 Cipermetrina	R3	1	9	0,2786	74,1	41288,52	-64,81
P5	T3 Amitraz	R1	2	8	0,3639	78,68	57263,3	-128,58
P5	T3 Amitraz	R2	1	7	0,3755	83,27	62535,77	-149,63

P5	T3 Amitraz	R3	1	8	0,4273	72,65	62086,69	-147,84
P5	T4 Etión	R1	2	8	0,1738	12,06	4192,06	83,27
P5	T4 Etión	R2	2	7	0,142	13,06	3709,04	85,19
P5	T4 Etión	R3	1	8	0,181	11,21	4058,02	83,8
P5	T5 Diclorvos	R1	1	8	0,3202	20,32	13012,93	48,06
P5	T5 Diclorvos	R2	2	7	0,3229	19,34	12489,77	50,14
P5	T5 Diclorvos	R3	0	8	0,3472	20,04	13915,78	44,45
P5	T6 Clorpirifos	R1	2	8	0,252	75,31	37956,24	-51,51
P5	T6 Clorpirifos	R2	1	9	0,2319	75,09	34826,74	-39,02
P5	T6 Clorpirifos	R3	2	7	0,2247	77,3	34738,62	-38,67
P5	T7 Triclorfon	R1	3	7	0,1982	23,32	9244,05	63,1
P5	T7 Triclorfon	R2	2	8	0,1962	22,84	8962,42	64,22
P5	T7 Triclorfon	R3	2	8	0,211	20,83	8790,26	64,91
P5	T8 M. anisopliae	R1	2	8	0,2311	56,63	26174,39	-4,48
P5	T8 M. anisopliae	R2	1	9	0,2536	54,49	27637,33	-10,32
P5	T8 M. anisopliae	R3	3	7	0,2665	42,84	22833,72	8,85
P6	T1 Control	R1	0	10	1,3414	80,08	214838,62	-757,58
P6	T1 Control	R2	0	10	1,3917	85,93	239177,56	-854,74
P6	T1 Control	R3	0	10	1,1729	77,59	182010,62	-626,54
P6	T2 Cipermetrina	R1	0	10	0,7602	55,48	84351,79	-236,71
P6	T2 Cipermetrina	R2	0	10	0,9069	50,81	92159,18	-267,88
P6	T2 Cipermetrina	R3	0	10	0,8607	55,41	95382,77	-280,74
P6	T3 Amitraz	R1	0	8	0,4905	63,85	62636,85	-150,03
P6	T3 Amitraz	R2	0	10	0,5061	67,92	68748,62	-174,43
P6	T3 Amitraz	R3	0	9	0,5187	64,13	66528,46	-165,57

P6	T4 Etión	R1	1	9	1,0116	35,33	71479,66	-185,33
P6	T4 Etión	R2	0	10	1,2291	41,52	102064,46	-307,42
P6	T4 Etión	R3	1	9	1,1238	46,15	103726,74	-314,05
P6	T5 Diclorvos	R1	0	10	0,7061	46,36	65469,59	-161,34
P6	T5 Diclorvos	R2	0	10	0,6974	54,17	75556,32	-201,6
P6	T5 Diclorvos	R3	0	10	0,6644	57	75741,6	-202,34
P6	T6 Clorpirifos	R1	0	9	0,8524	78,43	133707,46	-433,73
P6	T6 Clorpirifos	R2	0	10	0,9168	76,51	140288,74	-460
P6	T6 Clorpirifos	R3	0	10	0,926	84,22	155975,44	-522,62
P6	T7 Triclorfon	R1	0	10	0,9634	73,19	141022,49	-462,93
P6	T7 Triclorfon	R2	0	10	1,0454	63,09	131908,57	-426,55
P6	T7 Triclorfon	R3	0	10	1,0191	69,07	140778,47	-461,95
P6	T8 M. anisopliae	R1	0	8	1,0125	74,22	150295,5	-499,94
P6	T8 M. anisopliae	R2	0	10				

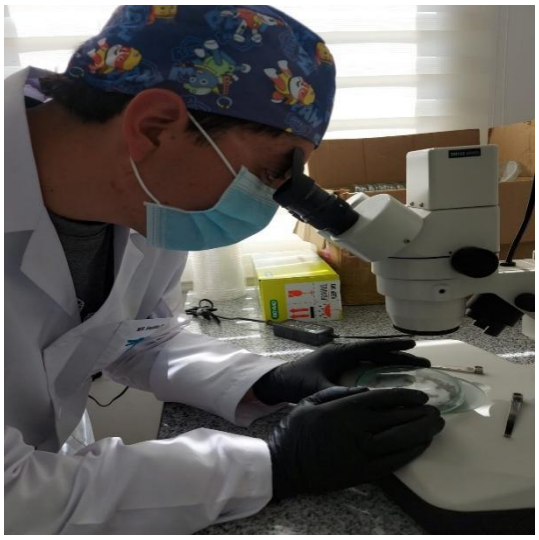
Anexo 4. Fotografías



Recolección de teleóginas



Limpieza y desinfección



Inspección teleóginas



Exposición ixodicidas



Factor de estudio



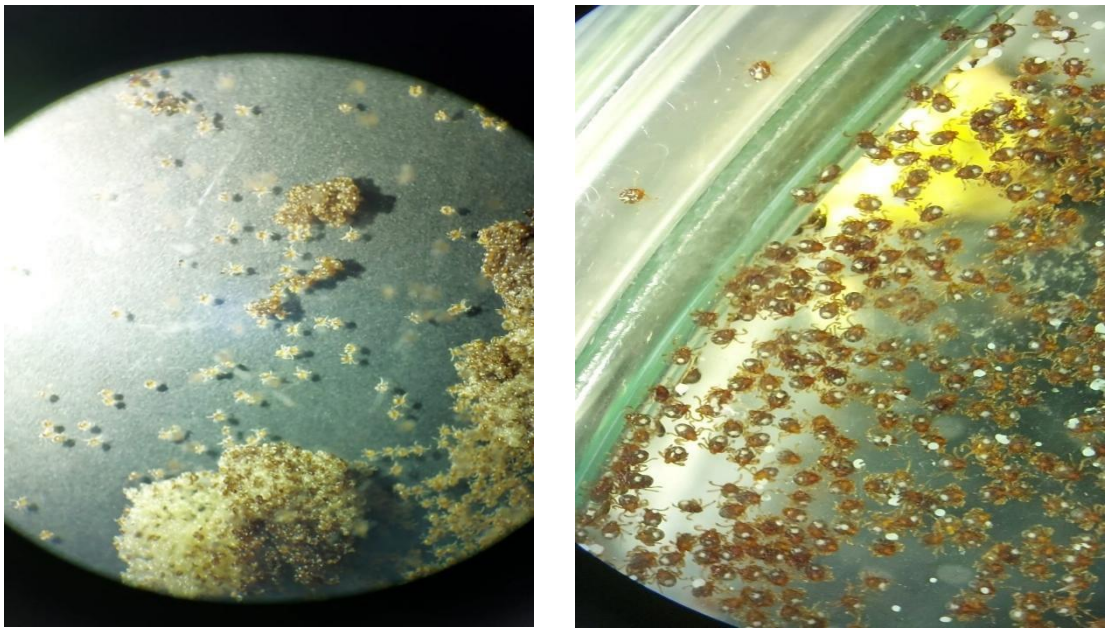
Teleóginas cajas Petri



Identificación de la oviposición



Rhipicephalus microplus



Eclosión y visualización de larvas *Rhipicephalus microplus*



Visita de campo

Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Acaricida: Sustancia, de origen químico o biológico, diseñada para interrumpir el ciclo biológico de las garrapatas (Familia Ixodidae) y eliminarlas de la población.

Ectoparásito: Organismo que vive sobre la superficie externa del hospedero (piel y sus anexos) y causa daño al alimentarse o reproducirse allí.

Fórmula de Drummond: Modelo matemático empleado para calcular el grado de inhibición reproductiva y la eficacia global de un tratamiento ixodicida.

Hematófago: Ser vivo cuya única fuente de alimento es la sangre de su hospedero, que obtiene mediante mecanismos de succión.

Hembra ingurgitada: Fase final de la garrapata hembra, tras una ingestión masiva de sangre, en la que el idiosoma se distiende marcadamente antes de la puesta de huevos.

Hospedero: Organismo que ofrece refugio y nutrientes a un parásito, normalmente sufriendo efectos negativos por dicha relación.

In vitro: Ensayo o experimento realizado en laboratorio bajo condiciones controladas, fuera de un organismo vivo.

Incipiente: Etapa inicial de un proceso; aquí, se refiere al comienzo de una resistencia farmacológica en poblaciones parasitarias.

LC50 / LC90 (Concentración letal): Valores estadísticos que indican la concentración de un acaricida necesaria para causar la muerte del 50 % o del 90 % de los individuos de una población evaluada.

Metarhizium anisopliae: Hongo entomopatógeno utilizado en el control biológico, capaz de invadir y degradar la cutícula de diversos artrópodos.

Monoxeno: Tipo de ciclo parasitario que se completa en una única especie de hospedero durante todas sus fases de desarrollo.

Oviposición: Proceso mediante el cual la hembra deposita sus huevos en el medio ambiente.

Prueba de Inmersión de Adultas (PIA): Bioensayo in vitro que evalúa la susceptibilidad o resistencia de garrapatas adultas sometiéndolas a soluciones acaricidas.

Resistencia: Capacidad heredable de una población parasitaria para sobrevivir a concentraciones de fármaco que antes eran letales.

Vector: Organismo que transporta y transmite agentes patógenos (virus, bacterias, protozoos) entre diferentes hospederos.