



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TESIS DE GRADO

Efecto del caldo sulfocálcico para el control de garrapatas (*Boophilus microplus*) en ganado bovino, en la comunidad El Cacique, municipio Estelí 2025

Chavarria O, Lanuza J, Valdivia C.

Tutor

Dr. Oscar Rafael Lanuza Lanuza

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE ESTELÍ

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

**Centro Universitario Regional de Estelí
CUR-Estelí**

Recinto Universitario “Leonel Rugama Rugama”

Departamento Ciencias Tecnológicas y Salud

**Efecto del caldo sulfocálcico para el control de garrapatas
(*Boophilus microplus*) en ganado bovino, en la comunidad
El Cacique, municipio Estelí 2025**

Trabajo de investigación para optar
al grado de Ingenieros Agrónomos

Autores

Oswin Utan Chavarria
Jeisy Amin Lanuza Moreno
Cristian Uriel Valdivia Castillo

Tutor

Dr. Oscar Rafael Lanuza Lanuza

1 de diciembre, 2025



Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en todo momento. Gracias por darme la sabiduría, la paciencia y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa. Sin tu luz y tus bendiciones, este logro no habría sido posible. A mis padres, por su amor incondicional, por su esfuerzo constante y por enseñarme con su ejemplo el valor del trabajo, la honestidad y la superación. Este logro también es suyo. A mis maestros, por su dedicación, paciencia y compromiso en la enseñanza. Gracias por compartir su conocimiento y por motivarme a dar siempre lo mejor de mí. Cada consejo y cada palabra de aliento han sido fundamentales en este camino. A todas las personas que me apoyaron, amigos, familiares y compañeros, que con sus palabras, gestos y compañía me brindaron ánimo en los momentos difíciles. Gracias por estar presentes, por creer en mí y por formar parte de este importante logro

Agradecimiento

A Dios, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesaria para culminar este proyecto. Por guiarme en los momentos de dudas y por acompañarme en cada paso de este camino. A él encomiendo este logro, fruto de esfuerzo y perseverancia. A mis padres, por su amor incondicional, comprensión y apoyo contaste. Gracias por ser mi mejor ejemplo de dedicación y sacrificio, por creer en mí y alentarme a seguir adelante aun en los momentos más difíciles. Jeasy Amin Lanuza Moreno

Primeramente antes que todo, quiero decir que no hay palabras ni agradecimientos suficientes para cada una de las personas que estuvieron presente durante la realización de este trabajo, más sin embargo quiero agradecer primeramente a mi madre Yesenia Castillo Lanuza quien ha sido mi principal fuente de apoyo desde mi niñez, la persona que siempre ha velado por mí en los buenos y malos momentos, también es la persona que me inspira a querer ser mejor cada día, además quiero agradecer a mis hermanas quienes han sido una gran fuente de inspiración, quienes me han hecho cambiar mis pensamientos y querer ser un ejemplo para ellas. Cristian Uriel Valdivia Castillo

Quiero agradecer a Dios por ser mi refugio y mi mayor fortaleza por darme sabiduría en momento de incertidumbre y serenidad cuando más lo necesite, sin su guía este camino habría sido mucho más complicado. A mis padres por su amor infinito y esfuerzo contaste han sido el motor que me impulso a nunca rendirme, gracias por enseñarme con ejemplo el valor del trabajo, la humildad y la perseverancia. A mis hermanos por su apoyo sinceros, por las palabras de ánimo y por recordarme siempre que no estaba solo en este proceso.

Oswin Utan Chavarria



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL, ESTELÍ
“2025: Eficiencia y Calidad para seguir en victorias”
Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades

CARTA AVAL DEL TUTOR

Estelí, 1 de diciembre de 2025

Por medio de la presente, en calidad de tutor del trabajo de modalidad de graduación titulado: “**Efecto del caldo sulfocálcico para el control de garrapatas (*Boophilus microplus*) en ganado bovino, en la comunidad El Cacique, municipio Estelí 2025**”, elaborado por los estudiantes:

Oswin Utan Chavarria	21-50988-3
Jeisy Amin Lanuza Moreno	21-51023-5
Cristian Uriel Valdivia Castillo	21-50948-7

Estudiantes de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, hago constar que he brindado acompañamiento académico y metodológico durante el desarrollo de dicho trabajo, cumpliendo con lo establecido en el cronograma y en la normativa institucional vigente. Asimismo, avalo que el trabajo cumple con los requisitos formales, científicos y éticos exigidos por la Universidad, en cumplimiento de la modalidad de graduación correspondiente.

Atentamente,

Oscar Rafael Lanuza Lanuza

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3652-700X>

UNAN-Managua/CUR-Estelí

CC/

Resumen

La ganadería es una actividad clave en Nicaragua, pero su productividad se ve afectada por la infestación de ectoparásitos, lo cual genera pérdidas económicas a los productores. El propósito de este estudio fue validar científicamente el uso de caldo sulfocálcico como controlador de *B. microplus*. La presente investigación se llevó a cabo en la comunidad El Cacique, municipio de Estelí. Primeramente, se realizó una prueba in vitro para determinar la dosis letal 50 (DL50), empleando cuatro concentraciones de caldo sulfocálcico (2.5%, 5%, 10%, 20%), un control negativo (agua) y un control químico (Amitraz). Posteriormente, se realizó una prueba de campo, para determinar la reducción de carga parasitaria y la eficacia de los tratamientos de caldo sulfocálcico respecto al Amitraz, usando cinco grupos de cuatro bovinos cada uno. Antes de aplicar los tratamientos, se realizó un conteo de *B. microplus* en diferentes puntos anatómicos del bovino y transcurrido siete días, se realizó el conteo postratamiento. La DL50 demostró un efecto acaricida progresivo por parte del caldo sulfocálcico, dependiente de la dosis, resultando la concentración al 5.4% como el verdadero valor de la dosis letal. La reducción de la carga parasitaria en campo estuvo en un rango de 25-90%, las concentraciones de caldo sulfocálcico al 5% y 20% alcanzaron la mejor eficacia en el control de *B. microplus*. El caldo sulfocálcico es una alternativa viable y efectiva frente a los productos químicos convencionales, su uso podría reducir la resistencia parasitaria y los impactos negativos sobre la salud humana y el ecosistema.

Palabras claves: Amitraz, *B. microplus*, Caldo sulfocálcico, Dosis letal 50, Eficacia acaricida, Ganadería

Abstract

Livestock farming is a key activity in Nicaragua, but its productivity is affected by ectoparasite infestation, which generates economic losses for producers. The purpose of this study was to scientifically validate the use of lime-sulfur solution as a control agent for *Bothrops microplus*. This research was carried out in the community of El Cacique, municipality of Estelí. First, an in vitro test was performed to determine the lethal dose 50 (LD50), using four concentrations of lime-sulfur solution (2.5%, 5%, 10%, 20%), a negative control (water), and a chemical control (Amitraz). Subsequently, a field trial was conducted to determine the reduction in parasite load and the efficacy of the lime-sulfur solution treatments compared to Amitraz, using five groups of four cattle each. Before applying the treatments, a *B. microplus* count was performed at different anatomical sites on the cattle, and a post-treatment count was performed seven days later. The LD50 demonstrated a progressive, dose-dependent acaricidal effect of the lime-sulfur broth, with the 5.4% concentration being the true lethal dose. The reduction in parasite load in the field ranged from 25% to 90%, with lime-sulfur broth concentrations of 5% and 20% achieving the best efficacy in controlling *B. microplus*. Lime-sulfur broth is a viable and effective alternative to conventional chemical products; its use could reduce parasite resistance and negative impacts on human health and the ecosystem.

Keywords: Amitraz, *B. microplus*, Sulfocalcium broth, Lethal dose 50, Acaricidal efficacy, Livestock farming

Índice

1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
3. Planteamiento del problema	5
4. Justificación	7
5. Objetivos de investigación	9
5.1. Objetivo General	9
5.2. Objetivos específicos	9
6. Limitaciones del estudio	10
7. Hipótesis	11
8. Operacionalización de Variables	12
9. Marco Teórico	14
9.1. Ectoparásitos	14
9.1.1. Definición de la <i>B. microplus</i>	14
9.2. Aspectos biológicos de la <i>B. microplus</i>	14
9.3. Clasificación taxonómica	14
9.4. Morfología	15
9.5. ciclo de vida	15
9.6. Impacto de la <i>B. microplus</i> en la producción ganadera	16
9.6.1. Pérdidas económicas directas	16
9.6.2. Perdidas indirectas por transmisión de enfermedades	17
9.6.3 Impacto económico global estimado	17
9.7. Manejo zoonosanitario para el control de <i>B. microplus</i>	18
9.7.1. Vacunación	18
9.7.2 Fumigación	19
9.7.3. Manejo de potreros	19
9.7.4. Resistencia	20
9.8. Manejo alternativo de la <i>B. microplus</i>	20
9.8.1. Uso de hongos entomopatógenos	20

9.8.2. Biocidas naturales.....	21
9.8.3. Caldo sulfocálcico para control de garrapatas	22
Ingredientes y preparación	22
Dosis y eficacia	22
Mecanismo de acción	22
10. Diseño metodológico	24
10.1. Tipo de investigación.....	24
10.2. Población y selección de muestra.....	25
10.3. Técnicas instrumentos y procedimientos para la recolección de datos	25
10.4. Confiabilidad y validez de los instrumentos	27
10.5. Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de datos.....	28
11. Análisis y discusión de resultados	30
11.1. Dosis letal 50 (DL50) del caldo sulfocálcico para el control de <i>B. microplus</i>	30
11.2. Carga parasitaria de <i>B. microplus</i> en los bovinos antes y después de la dosis de caldo sulfocálcico	31
11.3. Eficacia del caldo sulfocálcico en comparación con un tratamiento convencional (o control químico) para el control de garrapatas	33
12. Conclusiones	35
13. Recomendaciones.....	36
14. Referencias.....	37
15. Anexos	43

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	12
---	----

Índice de figuras

Figura 1. Proporción de mortalidad de <i>B. microplus</i> en condiciones controladas de laboratorio.....	30
Figura 2. Comparación de la proporción de mortalidad observada de <i>B. microplus</i> tratadas con caldo sulfocálcico respecto al Amitraz.....	31
Figura 3. Reducción de la carga parasitaria de <i>B. microplus</i> en ganado bovino por efecto de los tratamientos en condiciones de campo.....	32
Figura 4. Eficacia del amitraz en comparación con el caldo sulfocálcico para el control de <i>B. microplus</i> en ganado bovino	34

1. Introducción

La ganadería es considerada la principal actividad económica en Nicaragua. Su relevancia se refleja en su contribución al empleo, al PIB del país y en el impulso de modelos sostenibles. Es un sector clave para el desarrollo nacional, y se espera que continúe desempeñando un papel importante en la economía de Nicaragua en el futuro. Según datos, la ganadería en Nicaragua aporta el 25% del PIB y genera alrededor de 650,000 empleos tanto formales como informales BCN (2017).

El destino de la producción cárnica nicaragüense para la exportación es principalmente para el mercado estadounidense. El mercado internacional de carne y leche tiene altas exigencias de calidad, estrictas regulaciones sanitarias, restricciones arancelarias y no-arancelarias además los grandes mercados están sujetos a cuotas que asignan a los países con quienes tienen intercambio comercial Pratt & Pérez (1997).

Para garantizar el acceso de los productos cárnicos nacionales a los mercados internacionales, se debe garantizar un buen manejo del hato ganadero. En Nicaragua, uno de los principales problemas ganaderos es el control deficiente de los ectoparásitos como las garrapatas. Las infestaciones de la garrapata, producen el mayor problema global de ectoparásitos en ganado de regiones tropicales y subtropicales Rodríguez-Vivas (2014). Nicaragua al ser un país tropical, ofrece todas las condiciones para el desarrollo biológico de las garrapatas.

Estos ectoparásitos, se reconocen como importantes ya que necesitan sangre durante una parte fundamental de su ciclo de vida. Son artrópodos que, junto con las arañas, los escorpiones y los ácaros, se encuentran ubicados taxonómicamente en la clase arachnida, cuya característica principal es que en su vida adulta poseen cuatro pares de patas y su cuerpo está dividido en dos regiones, cefalotórax y abdomen Guglielmone (2003). Las garrapatas son consideradas como uno de los factores sanitarios más importantes que limita la ganadería en el trópico y que afectan el 80 % de la población bovina del mundo Polanco-Echeverry & Ríos-Osorio (2016).

Se sabe que las garrapatas, además de transmitir enfermedades, pueden causar parálisis y toxemias graves por sus picaduras. Al ser hematófagos, provocan anemias en casos de infestaciones masivas, lo que puede llevar a la muerte del animal o hacerlo vulnerable a otras enfermedades Estrada (1994).

Las enfermedades generadas por las garrapatas, afectan a gran parte de la población bovina en todo el mundo, generando una disminución en los índices productivos y reproductivos de los animales, llegando a causar grandes pérdidas económicas a nivel mundial Gongora Yossa (2023). Por ejemplo, en algunas regiones de México se ha encontrado una prevalencia del 50%; en EE.UU., causa de 50.000 a 100.000 muertes y pérdidas económicas entre 30 a 60 millones de dólares, su presencia ha sido generalizada en varios países y el riesgo de perder dinero y seguridad alimentaria hace de estos ectoparásitos una de las plagas más importantes a controlar y gestionar en los rebaños Campuzano Duque (2017).

Ya que sabemos cuáles son las consecuencias que generan las garrapatas, se pretende exponer una posible solución para este problema que tanto afecta la producción en la ganadería. De este modo se podría erradicar el uso de productos químicos convencionales que afectan al medio ambiente y la economía de los productores.

2. Antecedentes

Antipa Rivera (2015), en la investigación titulada efecto de caldo sulfocálcico en el control de garrapatas del ganado bovino en Nueva guinea, 2014, evaluaron el efecto de dos concentraciones de caldo sulfocálcico (10 y 20%) y cipermetrina para el control de garrapatas, como un tratamiento menos nocivo al ambiente y con menor costo económico. La investigación se manejó bajo condiciones controladas las unidades de análisis se desarrollaron bajo un diseño completamente al azar (DCA). El resultado del análisis numérico muestra que la cipermetrina a razón de 3ml/litro de agua y el caldo sulfocálcico a razón de 20% sobre volumen de agua son los que eliminan el mayor número de garrapatas (90 y 89% respectivamente), el caldo sulfocálcico a razón de 10% sobre volumen de agua logró controlar solamente el 43% de las garrapatas en la región del cuello. Este estudio se relación con el presente ya que ambos hacen comparaciones con productos químicos y nace de una alternativa similar a la nuestra.

Cabrera Chavarría & Gamboa (2019), En su investigación titulado Estudio epidemiológico para el control de garrapatas del ganado bovino en el municipio San Pedro departamento de Chontales, con el objetivo de evaluar el efecto de dos productos, químico (Amitraz 20.1%) y orgánico (caldo sulfocálcico, neem, madero negro y vinagre) como controlador de garrapatas en ganado bovino, durante 21 días. Se registraron porcentaje de prevalencia de garrapata inicial y final, los resultados mostraron que entre los tratamientos se demostró que existe diferencia significativa. Dando como resultado que el más efectivo es el uso de caldo sulfocálcico, neem, madero negro y vinagre, Para el control de garrapatas. Este antecedente se relaciona con el presente estudio en cuanto al conteo de la carga parasitaria de *B. microplus* post aplicación de tratamientos.

Castellón (2021), en su investigación titulada efecto del azufre *Saccharomyce cerevisiae* en la dieta de las vacas lecheras como repelente de garrapatas en la comunidad el Regadío Estelí, evaluó el efecto de azufre y la levadura de cerveza en la dieta de vacas lecheras como repelente de garrapatas. La muestra del estudio fueron 11 vacas en producción de leche y el efecto se midió

durante 21 días. Se registraron porcentajes de presencia de garrapatas en vacas lecheras antes y después de la inclusión de azufre y levadura de cerveza en su dieta. Dando como resultados en el caso de producción lechera luego de realizar los análisis de varianza no existió diferencia significativa entre los tratamientos suministrados. Este estudio se relaciona con la presente investigación, en que ambos nacen de la necesidad de buscar una alternativa para el control de garrapatas más amigable con el medio ambiente.

González Reyes (2007), en su investigación titulada dinámica de la garrapata (*B. microplus*) en el municipio de Siuna, Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN), cuantificó la carga parasitaria de garrapatas adultas en el huésped en 108 animales aplicando un diseño completamente aleatorizado (DCA). De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio de la carga parasitaria de los bovinos (fase parasítica), no representa un problema agudo en la zona, esto tiene que ver con prácticas de manejo sanitario, condiciones meteorológicas del municipio y tipo racial del ganado. Este estudio se relaciona con el presente estudio ya que ambos necesitan saber cómo cambia el ciclo de la garrapata y que factores de manejo pueden controlarlo.

Zeledón Palacios & Meléndez Rivas (2014), evaluaron la eficacia de dos tratamientos microorganismo eficiente (EM5) y Amitraz, en el control de Garrapatas en hembras bovinas en Rosita, RACCN, para el controlador de garrapatas en 22 hembras de ganado bovino, en un estudio de tipo experimental con un enfoque cuantitativo a través de la T de student, basados en observaciones apareada. Los resultados dieron una diferencia significativa entre ambos productos amitraz y el EM5 teniendo mayor efectividad en menos tiempo el amitraz por ser químico, mientras que el EM5 es un producto orgánico que tiene su efectividad durante mayor tiempo. Este estudio se relaciona con el presente ya que los dos hacen con pariciones con amitraz y los dos usan productos orgánicos

3. Planteamiento del problema

En el departamento de Estelí, hay comunidades de que se dedican al rubro ganadero específicamente está la comunidad “Cacique”. Los ganaderos de esta comunidad se enfrentan a diversos retos entre ellos está el control de ectoparásitos como lo son las *B. microplus*, este parásito afecta directamente la salud y productividad del ganado.

Las enfermedades transmitidas por garrapatas son bacterianas, virales o parasitarias que afectan a los animales tras su mordedura. Son ectoparásitos ampliamente distribuidos y de gran importancia médica y veterinaria. En zonas ganaderas, el riesgo de contacto es alto. Los síntomas que suelen aparecer son fiebres, dolores articulares, náuseas y vómitos, afectando la producción de leche y carne Muñoz Vahos (2017).

El control de las garrapatas se basa principalmente en el uso de productos químicos como el amitraz, ixodicidas, amidinas, productos organofosforados, piretroides, entre otros. Sin embargo, su uso irracional ha propiciado la resistencia de algunas garrapatas. Esto hace necesario el desarrollo de alternativas de control Rodríguez-Vivas (2014). De aquí surge la idea de utilizar este producto si bien ha sido efectivo para el control de plagas en cultivos hay poca información científica sobre su uso para el control de garrapatas en ganado bovino, particularmente en las condiciones de pastoreo que hay en Estelí.

Como no hay suficientes estudios sobre el uso de este caldo en la ganadería qué tan efectivo es realmente el caldo sulfocálcico para controlar al *B. microplus*, todavía no se puede usar con confianza como una opción para los ganaderos. Por eso es importante investigar cómo afecta este producto, tanto en la cantidad de parásitos como en la salud de los animales, y así ver si puede ser una alternativa más accesible, fácil de elaborar y que sea menos dañina para el medio ambiente.

Pregunta principal de investigación:

¿Qué tan efectivo es el caldo sulfocálcico en el control de *B. microplus* en ganado bovino en la comunidad El Cacique, Estelí, en comparación con los productos químicos convencionales?

Preguntas específicas de investigación:

¿Cuál es la dosis letal 50 (DL50) del caldo sulfocálcico para el control de *B. microplus*?

¿Cuál es el efecto del caldo sulfocálcico sobre la carga parasitaria *B. microplus* en bovinos antes y después de su aplicación?

¿Qué tan efectivo es el caldo sulfocálcico en comparación con un tratamiento convencional o químico para el control de *B. microplus*?

4. Justificación

El control de *B. microplus* es una problemática de alta relevancia para los pequeños y medianos productores de la comunidad “El Cacique”, en el departamento de Estelí, nicaragua. La presencia de estos ectoparásitos en el ganado bovino puede desencadenar enfermedades hemoparasitarias como la babesiosis y la anaplasmosis, las cuales afectan gravemente la salud del animal, disminuyen la productividad y generan pérdidas económicas significativas Rivera (2014).

Actualmente, en nicaragua se emplean mayoritariamente productos químicos para combatir ácaros, los cuales suelen ser costosos y de difícil acceso para los productores con recursos limitados. Además, el uso indiscriminado de estos productos implica riesgos para la salud humana, contaminación de fuentes hídricas y suelos, así como efectos adversos sobre la fauna no objetivo Cabrera Chavarría & Gamboa (2019). Esta situación ha motivado la búsqueda de alternativas más sostenibles y accesibles, que respondan a los principios de la agroecología.

En este contexto el caldo sulfocálcico surge como una opción prometedora. Este preparado elaborado a partir de azufre y cal, ha demostrado eficacia en el control de plagas en la agricultura orgánica y presenta potencial como acaricida natural en bovino. Sus ventajas incluyen bajo costo, fácil preparación, disponibilidad de insumos locales y menor impacto ambiental, lo que lo convierte en una alternativa viable para comunidades rurales URACCAN (2020).

La presente investigación es conveniente ya que busca validar científicamente el uso de caldo sulfocálcico en el control de garrapatas, generando conocimiento técnico localmente relevante. Se pretende establecer dosis letales, así como evaluar su efecto antes y después de la aplicación, lo que permitirá tomar decisiones más acertadas en el manejo sanitario del ganado Cabrera Chavarría & Gamboa (2019).

Desde el punto de vista social, esta investigación contribuye al bienestar de los productores al ofrecerles una herramienta económica y efectiva, fortaleciendo su autonomía y reduciendo su dependencia de insumos comerciales. Además promueve practicas agroecológicas que favorecen la salud humana, animal y ambiental URACCAN (2020).

En cuanto a los aportes teóricos, el estudio enriquecerá el conocimiento sobre el uso de insumos alternativos en el manejo de ectoparásitos, mientras que metodológicamente se aplicaran un diseño experimental rigurosa que permitirá evaluar con precisión la eficacia del caldo sulfocálcico en condiciones reales de campo.

En conclusión, esta investigación no solo responde a una necesidad urgente del sector ganadero local, sino que también se alinea con los principios de sostenibilidad, equidad y resiliencia agroecológica, aportando soluciones concretas y replicables para comunidades rurales en nicaragua y otros contextos similares.

5. Objetivos de investigación

5.1. Objetivo General

Evaluar el efecto del caldo sulfocálcico para el control de garrapatas (*Boophilus microplus*) en ganado bovino, en la comunidad “El Cacique” municipio de Estelí año, 2025.

5.2. Objetivos específicos

Determinar la dosis letal 50 (DL50) del caldo sulfocálcico para el control de *Boophilus microplus*.

Cuantificar la carga parasitaria de garrapatas (*Boophilus microplus*) a los bovinos antes y después de la dosis de caldo sulfocálcico.

Determinar la eficacia del caldo sulfocálcico en comparación con un tratamiento convencional (o control químico) para el control de garrapatas.

6. Limitaciones del estudio

El estudio presenta limitaciones importantes uno de ellos es que se realizó únicamente en la comunidad “El Cacique”, lo que restringe la generalización de los resultados, otra de las limitaciones es que la muestra fue reducida (20) animales afectando la representación y solides estadística, también existe escasa información sobre el uso de caldo sulfocálcico en ganado bovino, dificultando la definición de la dosis y efecto, también afecta el método de conteo ya que fue por observación directa, siendo afectada por la experiencia del observador y el comportamiento del animal, esto podría influir en la viabilidad de los resultados.

7. Hipótesis

El caldo sulfocálcico en concentración del 10% y 20%, tiene un efecto significativo similar al Amitraz en la reducción de la carga parasitaria de *B. microplus* en vacas manejadas en pastoreo en la comunidad El Cacique, municipio de Estelí, durante el año 2025.

8. Operacionalización de Variables

Tabla 1.
Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Indicadores	Instrumento o técnica	Fuente de datos
Determinar la dosis letal (DL50).	Es la cantidad de una sustancia que causa la muerte al 50%.	Se determina mediante la administración de distintas concentraciones de caldo sulfocálcico y registrando la mortalidad en cada dosis y calculando la DL50.	-Mediante el porcentaje de mortalidad. -Concentraciones de caldo sulfocálcico administrados en ml.	-Para la preparación se usaron platos Petri, pinzas, papel filtro, cinta, vasos de muestra. -Registro de mortalidad.	-Registro en la ficha técnica. -Observación directa.
Cuantificar la carga parasitaria de las garrapatas.	Cantidad de garrapatas presentes en los bovinos tratados con caldo sulfocálcico.	Se cuantifica mediante observación directa en las muestras tratadas con caldo sulfocálcico.	Numero de garrapatas que se encontraron en tres partes específicas del cuerpo del bovino (cuello, ancas y ubre)	-Conteo visual. -Ficha de conteo. -Registro fotográfico.	-Bovinos tratados con caldo sulfocálcico. -Ficha de conteo.

Eficacia del caldo sulfocálcico.	Capacidad del caldo sulfocálcico para reducir la carga parasitaria en comparación con un producto químico (Amitraz).	Se evalúa comparando la carga parasitaria antes y después de los grupos tratados. Expresando los resultados en un porcentaje de eficacia.	-Reducción en el porcentaje de parásitos. -Supervivencia de los organismos.	-Observación y registro de los resultados. -Un análisis comparativo entre tratamientos. -Cálculo de eficacia. -Conteo.	-Registro de campo.
----------------------------------	--	---	--	---	---------------------

9. Marco Teórico

9.1. Ectoparásitos

9.1.1. Definición de la *B. microplus*

Polanco-Echeverry & Ríos-Osorio (2016), Las garrapatas son ectoparásitos hematófagos de la familia Ixodidae. Estos ácaros han sido considerados siempre como agentes disruptores de los sistemas ganaderos, en los que se les reconoce como causantes de pérdidas económicas y productivas. Sin embargo, su función ecológica es importante para el equilibrio dinámico del sistema de producción de carne o leche bovina. El conocimiento de su biología y ecología puede ilustrar la toma de decisiones sanitarias que se hagan sobre estos organismos.

9.2. Aspectos biológicos de la *B. microplus*

Polanco-Echeverry & Ríos-Osorio (2016), A partir de la literatura científica se encuentran descritos diferentes aspectos biológicos de las garrapatas duras relacionados con la clasificación taxonómica, las características generales morfológicas, sus formas de alimentación, los procesos de ovoposición de acuerdo con la especie, el tiempo de vida y la resistencia a factores externos y las estrategias de búsqueda de sus hospedadores. Igualmente, se encuentran descritas las diferencias biológicas entre los diferentes ciclos de vida de las garrapatas dependiendo de su número de hospedadores.

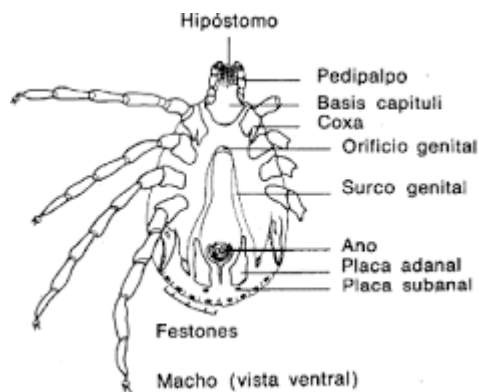
9.3. Clasificación taxonómica

Ramírez Vargas & Trujillo Gómez (2016), Las garrapatas pertenecen al orden *Ixodida*, que consta de tres familias: *Ixodidae* (para autores en realidad esta familia sería dos: *Ixodidae* y *Amblyommidae*), *Argasidae* y *Nuttalliellidae*. (3) El grupo de estos artrópodos incluye cerca de 825 especies divididas en tres familias: la *Argasidae* (garrapatas blandas), la *Ixodidae* (garrapatas duras) y la *Nuttalliellidae*, que vive en África y comprende una sola especie la *Nuttalliella namaque*. La familia *Ixodidae* contiene alrededor de 650 especies, con cuatro subfamilias y trece géneros, la familia *Argasidae* comprende cinco géneros y

alrededor de 170 especies y la *Nuttalliellidae* tan solo una especie, relativamente incipiente.

9.4. Morfología

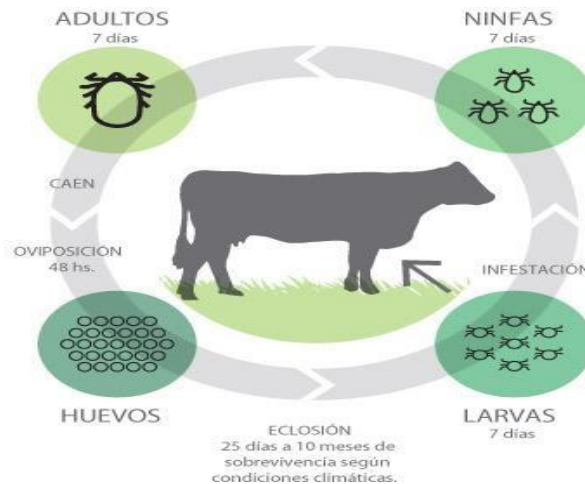
Las *B. microplus* presenta un cuerpo dividido en cefalotórax y abdomen (idiosoma), sin antenas, y poseen un aparato bucal especializado denominado capitulo, adaptado para perforar la piel y succionar sangre. Esta morfología les permite adherirse firmemente al hospedador y alimentarse durante periodos prolongados.



Fuente: BAYWERE SERVICES (2025)

9.5. ciclo de vida

El ciclo de vida de la *B. microplus* incluye fase de larva, ninfa, y adulto. Cada etapa requiere condiciones ambientales específicas para su desarrollo, siendo la temperatura y la humedad factores críticos. La comprensión del ciclo biológico permite identificar los momentos más vulnerables del parásito para aplicar tratamientos eficaces.



Fuente: La Buena Estrella S.A. (2016).

9.6. Impacto de la *B. microplus* en la producción ganadera

9.6.1. Pérdidas económicas directas

Según Hernández (2005), las *B. microplus* ocasionan pérdidas económicas directas al provocar anemia por succión de sangre, disminución de peso corporal, reducción en el índice de conversión alimenticia, menor producción de leche y deterioro de pieles y cueros. Estos efectos comprometen la eficiencia productiva del ganado y afectan directamente la rentabilidad del sistema ganadero.

La anemia introducida por infestaciones severas reduce la vitalidad del animal, afectando su capacidad para pastorear y su respuesta inmunológica. Esto se traduce en una menor ganancia de peso diario, lo cual impacta negativamente la comercialización de animales para carne. Asimismo, la reducción en la producción de leche limita los ingresos de los productos lácteos.

El daño en la piel, producto de las picaduras repetidas y la irritación dérmica, disminuye la calidad del cuero, lo que representa una pérdida significativa en mercados que valoran este sub producto. Hernández (2005) también destaca que el estrés fisiológico generado por la infestación altera el comportamiento alimenticio del animal, reduciendo la eficiencia en la conversión de alimento en masa corporal.

El impacto económico causado por las garrapatas incluye los costos asociados al tratamiento y prevención de infestaciones, como la compra de acaricidas, aplicación de baños garrapaticidas y la mano de obra requerida para su manejo. En América latina se estima que las pérdidas anuales por garrapatas y sus efectos directos superan los 3.24 mil millones de dólares (Almada2015).

9.6.2. *Perdidas indirectas por trasmisión de enfermedades*

Según José de la fuente (2021), las perdidas indirectas asociados a la *B. microplus* se deben principalmente a los altos costos de control y tratamiento del parasito, así como a la disminución sostenida en la producción de leche y carne. Estas pérdidas no derivan directamente del daño causado físico causado por el ectoparásito, si no de las enfermedades que transmite y de los efectos sistémicos que comprometen la salud y el rendimiento del ganado.

La presencia de *B. microplus*, produce enfermedades que reducen la eficiencia productiva y reproductiva del hato, afectando los índices de natalidad, la calidad de genética y la capacidad de engorde. Según Salas (2022), las enfermedades transmitidas por garrapatas pueden reducir hasta en un 40% la producción de leche en vacas infestadas y provocar pérdidas económicas acumuladas por la tasa de crecimiento y conversión alimenticia.

Un aspecto crítico señalado por Puetate (2025), es que la presencia de enfermedades transmitidas por *B. microplus* limita el acceso de los derivados de la ganadería a mercados internacionales, debido a olas estrictas exigencias sanitarias impuestas por los países importadores. Esto representa una barrera comercial para Nicaragua, donde la ganadería constituye una parte esencia del PIB agropecuario y de las exportaciones cárnicas.

9.6.3 *Impacto económico global estimado*

Según Kaushlendra Singh (2023), las pérdidas económicas globales causada por las garrapatas y las enfermedades que transmiten a bovino superan los 30 mil millones de dólares anuales. Este impacto atribuye a la disminución en la productividad animal, los altos costos del tratamiento, la mortalidad directa, y las

restricciones sanitarias que afectan el comercio internacional de productos ganaderos.

Las *B. microplus*, son responsables de la transmisión de enfermedades hemoparasitarias como la babesiosis y la anaplasmosis, que afectan gravemente la salud del ganado, especialmente en las zonas tropicales y subtropicales Rodríguez-Vivas (2014). Estas enfermedades generan pérdidas por la reducción en la producción de leche y carne, disminución en la fertilidad, abortos y muertes de animales, lo que compromete la sostenibilidad del hato Rojas & Amaya (2024).

De acuerdo a estudios realizados por Almada (2015), el impacto económico no solo se refleja en la pérdida directa de ingresos, sino que también en el aumento de costos operativos, la necesidad de tratamientos veterinarios especializados, y la implementación de medidas de bioseguridad. Además, la resistencia creciente de las *B. microplus* a los acaricidas químicos ha intensificado el problema, obligando a los productores a buscar alternativas más sostenibles y eficaces.

9.7. Manejo zoonosanitario para el control de *B. microplus*

9.7.1. Vacunación

Según Alonso-Díaz (2006), dice que dentro del manejo zoonosanitario para el control de *B. microplus*, se destaca el uso de antiparasitarios sistémicos como la eprinomectina y la ivermectina, los cuales han demostrado alta eficacia contra los parásitos externos, incluyendo las *B. microplus*. Estos productos no solo contribuyen al control de ectoparásitos, sino que también mejoran la salud general del bovino, mejorando la conversión alimenticia y rendimiento productivo.

De acuerdo a Junquera (2015), la eprinomectina, presente en formulaciones comerciales como EPRIVERM Pour-On, es un endectocida de la familia de lactonas macrocíclicas, autorizado para su uso en ganado lechero en producción. Su espectro de acción incluye nematodos, ácaros y piojos masticadores y se aplica por vía epicutánea, lo que facilita su uso en campo.

Por otro lado Alonso-Díaz (2006), dice que la ivermectina, comercializada como la vivarmec y bovisan V4J5, actúa como antiparasitario de amplio espectro, eficaz contra parásitos internos y externos. Su uso regular en programas de control sanitario permite reducir la carga parasitaria, mejorar la condición corporal del animal y prevenir enfermedades producidas por infestaciones severas.

9.7.2 Fumigación

Según Rodríguez-Vivas (2014), el control químico mediante baños garrapaticidas siguen siendo una herramienta clave en la ganadería bovina, aunque su eficacia depende de factores como la concentración del producto, la frecuencia de aplicación, y la resistencia desarrollada por las garrapatas. El uso cipermetrina y amitraz ha sido ampliamente documentado en estudios in vitro y en campo, mostrando tasas de mortalidad superiores al 90% en infestaciones controladas.

Asimismo Membreño Rodríguez & Ortiz Ayal (2015), en un estudio realizado en la finca experimental Las Mercedes (Managua), evaluaron la efectividad de productos piretroides, amidinas, y organofosforados bajo condiciones ambientales locales, concluyendo que estos productos son eficaces siempre que se respeten las dosis y tiempos de exposición recomendados.

9.7.3. Manejo de potreros

Según Hernández (2005), llevar a cabo una rotación de potreros y prácticas culturales, lo que disminuye considerablemente la población parasitaria. La rotación y descanso de los potreros es fundamental para presionar a las *B. microplus* en vida libre e impedir o retardar que encuentren un hospedero interrumpiendo su ciclo de vida y así disminuir la presencia de *B. microplus* de forma natural.

Además, estudios como el de Rodríguez-Vivas (2014) señalan que el manejo de potreros debe complementarse con prácticas como el desbroce de vegetación alta, el control de humedad en zonas de sombra y limpieza de bebederos y comederos, ya que estos espacios pueden servir como refugio para las garrapatas en su fase ambiental.

La implementación de estas estrategias no solo reduce la carga parasitaria, sino que también mejora la eficiencia del pastoreo, favorece la recuperación del suelo y promueve un entorno más saludable para el ganado. En zonas tropicales como el que hay en Nicaragua, donde las condiciones climáticas favorecen el desarrollo de *B. microplus*, el manejo de potreros es una herramienta clave para el control de ectoparásitos.

9.7.4. Resistencia

Según Rodríguez-Vivas (2012), la resistencia a acaricidas en *B. microplus* se ha convertido en un problema crítico en América Latina, con reporte de cepas resistentes a múltiples principios activos. Esta resistencia se debe, en gran parte, al uso indiscriminado, la su dosificación, la frecuencia excesiva de aplicación y falta de rotación de ingredientes activos.

Un estudio realizado por Manzo (2011) en unidades de producción bovina en Veracruz, México, identificó una tasa de resistencia promedio de 23.6% para el amitraz y 59.8% para la cipermetrina por parte de las *B. microplus*. La investigación concluyó que la resistencia de *B. microplus* es consecuencia de errores en los baños garrapaticidas aplicado por los productores con el paso de los años.

La FAO (2025) también ha advertido sobre el avance de la resistencia a los acaricidas en sistemas ganaderos tropicales, destacando que la situación compromete la sostenibilidad de la producción animal y la seguridad alimentaria. Las directrices de la FAO recomiendan el monitoreo constante de la eficacia de los productos, la rotación de principios activos y la integración de métodos alternativos como el control biológico y el manejo de potreros.

9.8. Manejo alternativo de la *B. microplus*

9.8.1. Uso de hongos entomopatógenos

Según Bravo Vera & Carranza Mero (2022), los hongos entomopatógenos representan una alternativa viable para el control de *B. microplus*, presentando un efecto aceptable y económico frente a los tratamientos químicos

convencionales. Estos microorganismos actúan infectando y colonizando el cuerpo del ectoparásito, provocando su muerte por mecanismos como la penetración cuticular, la liberación de toxinas y la destrucción de tejidos internos.

Ente los hongos más estudiados destacan *Metarhizium anisopliae* y *Bauveria bassiana*, los cuales han demostrado alta eficacia en condiciones de laboratorio y campo. Gálvez (2017), en un estudio realizado en Chiapas, México, reportaron tasas de mortalidad superiores al 80% en ninfas de *B. microplus* tratadas con cepas de *M. anisopliae*, especialmente en ambientes con humedad relativa superior al 70%.

Asimismo, Hurtado Moreno & Juárez Baca (2012), en una tesis desarrollada en la UNAN-León, evaluaron la patogenicidad y esporulación de *M. anisopliae* cepa Metagreen en condiciones tropicales, concluyendo que su aplicación en la fase parasítica del ciclo de la *B. microplus* puede reducir significativamente la carga parasitaria del hato bovino.

Broglio-Micheletti (2012), en un estudio publicado en *Idesia*, destacaron que los hongos entomopatógenos no generan resistencia en las poblaciones de *B. microplus*, no contaminan el ambiente y pueden integrarse fácilmente en programas de manejo integrado, lo que los convierte en una herramienta prometedora para la ganadería sostenible.

9.8.2. Biocidas naturales

El uso de extractos naturales como alternativa para el control de *B. microplus* ha cobrado relevancia en los últimos años debido a su bajo impacto ambiental, bajo riesgo de resistencia y accesibilidad en zonas rurales.

Según García & Yucailla (2022), en un ensayo realizado en bovinos en la provincia de Santa Elena, Ecuador, el tratamiento con extracto al 25% de *Ambrosia Peruviana* (tratamiento 5) alcanzó una mortalidad del 88.33% de *B. microplus*. Además se observó que tanto este tratamiento como el tratamiento 10 con *Azadirachta indica* iniciaron su acción biosida a las 18 horas de aplicación, lo que evidencia una respuesta rápida y eficaz frente al ectoparásito.

Estos resultados coinciden con estudios que destacan el potencial de *A. indica* como acaricida natural. Según Rodríguez-Vivas (2014), el neem contiene compuestos como la azadiractina, que interfieren con el sistema hormonal de los artrópodos, inhibiendo su alimentación, muda y reproducción. Por su parte, *Ambrosia peruviana*, planta nativa de los Andes, ha demostrado actividad insecticida atribuida a sus metabolitos secundarios como lactonas sesquiterpénicas y flavonoides.

9.8.3. Caldo sulfocálcico para control de garrapatas

Ingredientes y preparación

Según Lopez Gallo (2020), la preparación del caldo sulfocálcico consiste en hervir 5 litros de agua, agregar cal hasta que se diluya completamente, y posteriormente incorporar el azufre. La mezcla debe agitarse constantemente durante 45 minutos aproximadamente, hasta alcanzar un color rojizo ladrillo, que indica la reacción química entre el azufre y la cal. Una vez enfriado, el producto se filtra y se almacena para su posterior aplicación.

Dosis y eficacia

Antipa Rivera (2015), en su estudio reportó que el caldo sulfocálcico a razón de 20% sobre volumen de agua son los que eliminan el mayor número de garrapatas (90 y 89% respectivamente), el caldo sulfocálcico a razón de 10% sobre volumen de agua logró controlar el 43% de las garrapatas en la región del cuello, se descarta este tratamiento. Se recomienda a los ganaderos tener la opción del caldo sulfocálcico a razón del 20% sobre volumen de agua cada 21 días para romper el ciclo de la garrapata y observar un mejor control del parásito.

Mecanismo de acción

Según Cabrera Chavarría & Gamboa (2019), el caldo sulfocálcico no actúa como un veneno sistémico, sino como agente físico que desestabiliza la homeostasis externa del ectoparásito, ya que los polisulfuros tienen propiedades causticas y oxidantes, que interfieren con enzimas cuticulares y procesos de

intercambio osmótico, esto genera un colapso metabólico externo, sin necesidad de penetrar internamente al parásito.

10. Diseño metodológico

10.1. Tipo de investigación

Por el método de investigación, el presente estudio es de tipo experimental, según el nivel de profundidad del conocimiento el tipo de estudio es explicativo porque busca identificar las causas de las variaciones en probabilidad de mortalidad de *B. microplus* y dosis letal 50, carga parasitaria en bovinos, por efecto de diferentes tratamientos, en condiciones de laboratorio y de campo (Hernandez-Sampieri 2018; Piura López 2006).

De acuerdo con el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es prospectivo y según el período y secuencia del estudio es transversal, es decir que se hicieron mediciones de mortalidad de *B. microplus* en tiempo Pineda (1994). De acuerdo con el alcance de los resultados el estudio es analítico Pineda (1994). En cuanto al enfoque filosófico, por el uso de los instrumentos de recolección de la información, análisis y vinculación de datos, el presente estudio se fundamenta en la integración sistémica de los métodos y técnicas cuantitativas de investigación (Hernandez-Sampieri 2018).

De acuerdo con la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación CINE (2013) la presente investigación Campo amplio: 08 Agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria; Campo específico: 084 Veterinaria y Campo detallado: 0841 Veterinaria. En conformidad con las líneas de investigación de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), esta investigación se ubica en el área de conocimiento de Ciencias agropecuarias, en la LÍNEA CAG-1: SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA y SUB-LÍNEA CAG-1.1: SISTEMA DE PRODUCCIÓN PECUARIO.

Por su área geográfica, la prueba *in vitro* se desarrolló en la Estación Experimental para el Estudio del Trópico Seco "El Limón", adscrita a la UNAN - Managua / CUR - Estelí, Nicaragua (13° 05' 31" N, 86° 21' 14" O). La prueba en campo se llevó a cabo en la finca "El Manantial", que se encuentra ubicada en la

comunidad, El Cacique, a 12 km al este de la ciudad de Estelí con las coordenadas (13° 07'44"N 86° 15'19"W).

10.2. Población y selección de muestra

Para la presente investigación se seleccionaron 20 bovinos, los cuales eran de diferentes razas, todas presentaban infestación por el ectoparásito por *B. microplus* lo que era esencial para este estudio, después fueron distribuidas en cinco grupos de cuatro animales cada uno, mediante un diseño completamente al azar (DCM). A estos grupos experimentales se les aplicaron diferentes dosis de caldo sulfocálcico (250 ml, 500 ml, 1000 ml, 2000 ml, diluidos en 10 litros de agua), además de un tratamiento químico y su ingrediente activo era el Amitraz al 20% (1 ml por litro de agua).

paralelamente, se realizó una prueba *in vitro* utilizando 210 garrapatas vivas recolectadas de los mismos animales, las cuales fueron divididas en grupos de 30 para cada una de las dosis mencionadas, evaluando la mortalidad directa de los parásitos al ser expuestos al caldo sulfocálcico en placas petri.

10.3. Técnicas instrumentos y procedimientos para la recolección de datos

Dosis letal 50 mediante técnica de inmersión de adultos DL50

El diseño experimental para determinar la dosis letal 50 (DL₅₀) del caldo sulfocálcico para el control de *B. microplus* en condiciones controladas de laboratorio. Primero, se prepararon 4 concentraciones de caldo sulfocálcico (2.5%, 5%, 10% y 20%) a partir de una solución concentrada, además se añadió un control negativo (agua) y otro control positivo (Amitraz). Segundo, se recolectaron 210 ejemplares de *B. microplus* vivas de diferentes partes del cuerpo de los 20 animales bovinos de la comunidad El Cacique, Estelí.

El mismo día de la colecta, se instaló un bioensayo usando un método de contacto directo o inmersión más conocido como, técnica de inmersión para adultos (TIA) en el cual, 30 garrapatas se sumergieron en cada concentración del

caldo sulfocálcico y controles durante aproximadamente 2 minutos. Posteriormente, las garrapatas se colocaron en una placa petri plástica con papel absorbente humedecido con agua y se selló con papel Parafilm perforado para evitar su escape. La evaluación de la mortalidad, se realizó cada 24h por un periodo de 7d, se consideraron como garrapatas muertas a aquellas que no respondieron al estímulo táctil con una pinza.

Carga parasitaria y eficacia de los tratamientos en condiciones de campo

Para cuantificar la carga parasitaria de *B. microplus* en bovinos antes y después de la aplicación de caldo sulfocálcico en vacas en pastoreo, se tomaron en cuenta ciertos parámetros. Primero se seleccionaron animales infestados por *B. microplus* y estableció un diseño bloques completos al azar (BCA) con 5 tratamientos y 4 animales que actuaron como unidades experimentales. Los animales en cada grupo experimental se les anotó el nombre y el número de chapa para mantener certeza de los datos. Los tratamientos evaluados fueron 4 concentraciones de caldo sulfocálcico (2.5%, 5%, 10% y 20%) y un control positivo (Amitraz).

Para evaluar la carga parasitaria pretratamiento, se cuantificaron las garrapatas en puntos anatómicos estandarizados: ancas, ubre y pescuezo, usando un marco de área conocida de 6x6 cm. Posteriormente, se aplicaron los tratamientos experimentales mediante aspersión en todo el cuerpo del animal con una bomba de mochila, usando las concentraciones previamente definidas, el tratamiento convencional (control positivo) se aplicó según las recomendaciones del fabricante a razón 1 cc/lit. Para determinar la carga parasitaria postratamiento, se realizó conteo de *B. microplus* transcurrido 7 días usando los mismos puntos de control utilizados en el pretratamiento.

La reducción porcentual de la carga parasitaria se puede obtener con la siguiente fórmula:

$$\text{Reducción (\%)} = \left(\frac{C_0 - C_t}{C_0} \right) \times 100$$

donde

C_0 , indica el número de garrapatas antes del tratamiento,
 C_t corresponde al número de garrapatas en el tiempo t .

Finalmente, para determinar la eficacia de los tratamientos sobre el control de garrapatas en condiciones de campo, se usó la fórmula modificada de Abbott (1987).

$$Eficacia (\%) = \left(\frac{M_c - M_t}{M_c} \right) \times 100$$

donde, M_c representa la media de garrapatas del grupo control y M_t representa la media de garrapatas del grupo tratado con cada concentración de caldo sulfocálcico o convencional.

10.4. Confiabilidad y validez de los instrumentos.

Confiabilidad:

La confiabilidad será garantizada mediante la aplicación de los instrumentos por un mismo observador entrenado, usando criterios estandarizados de conteo. También se hará la repetición de conteos en al menos dos ocasiones distintas para verificar la estabilidad de los resultados. En las pruebas in vitro, se manejará con condiciones controladas en laboratorio (luz, temperatura) y el procedimiento se hará con ayuda de un profesional.

Validez:

Validez del contenido: se diseñaron instrumentos en base a literatura científica sobre el control de *B. microplus* y en estudios previos del uso de caldo sulfocálcico.

Validez del criterio: los resultados serán comparados con un tratamiento químico convencional, permitiendo establecer la efectividad relativa con el tratamiento natural (caldo sulfocálcico).

Validez experimental: la inclusión de pruebas in vitro permite aislar la acción del caldo sulfocálcico del entorno biológico del hospedador, fortaleciendo la validez interna de la investigación.

10.5. Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de datos

Para modelar la proporción de garrapatas muertas en función de la dosis aplicada, se ajustó un modelo de regresión logística binomial utilizando la función `glm()` para modelos lineales generalizados. En el modelo, se especificó la *family* = *binomial* (link = "*probit*") usando la función de enlace Probit para el modelo logit probit, que es el modelo de regresión logística probit. Con lo anterior se pretende encontrar si hay diferencias significativas en la probabilidad de mortalidad entre los distintos tratamientos o dosis. Este método permitió crear una curva dosis-respuesta que permite estimar la DL_{50} , la cual es muy útil para interpretar tendencias y predicciones de mortalidad en función de la concentración aplicada.

Adicionalmente, se comparó la eficacia de cada tratamiento con respecto al control positivo (Amitraz) mediante un modelo de referencia categórica, lo cual puede ser útil para análisis de sustitución o equivalencia biológica de tratamiento. Este modelo permite hacer comparaciones discretas (por dosis), mostrando la probabilidad de mortalidad observada versus la predicha y destacando la eficacia relativa de cada tratamiento respecto al control químico.

Ambas técnicas de análisis, permiten complementar la interpretación, cuantificando la DL_{50} y el comportamiento relativo de los tratamientos naturales frente al estándar comercial. Ambos análisis se realizaron con el paquete MASS de Ripley & Suggests (2009) ejecutado con R v4.3.2 Team (2016).

Posteriormente, se realizó un análisis de varianza para determinar las diferencias en la reducción porcentual de la carga parasitaria y la eficacia efecto de los tratamientos en condiciones de campo. Se probarán diferentes estructuras de varianza residual para descartar la falta de homogeneidad de varianzas y el ajuste de los mejores modelos se selecciona en base a los Akaike (AIC) y Bayesiano

(BIC). En todos los casos, se reportarán los valores promedio \pm 1 error estándar, y para determinar diferencias entre tratamientos, se usará la prueba de LSD Fisher ($p < 0.005$). Todos los análisis estadísticos se realizarán en el software InfoStat Di Rienzo, (2019).

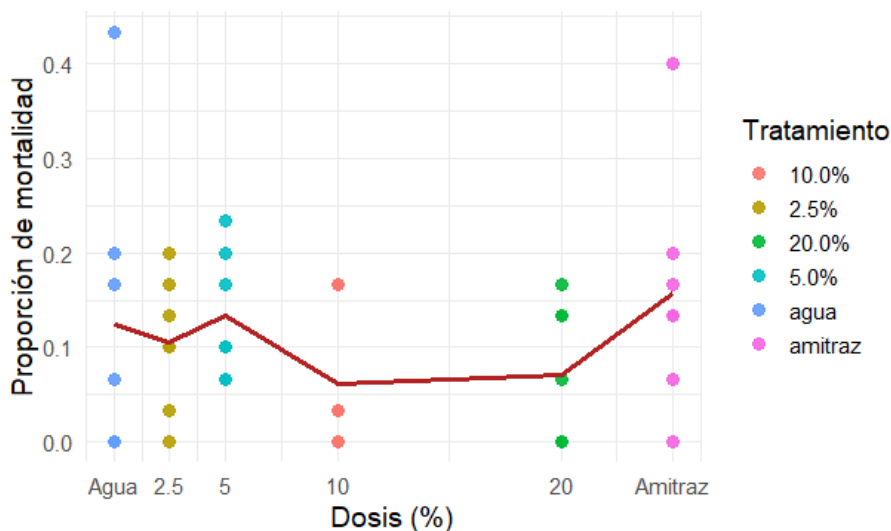
11. Análisis y discusión de resultados

11.1. Dosis letal 50 (DL50) del caldo sulfocálcico para el control de *B. microplus*

EL modelo general muestra que la probabilidad de mortalidad de garrapatas en condiciones controladas de laboratorio difirió estadísticamente entre las distintas dosis o tratamientos (Figura 1). Los tratamientos 5% y Amitraz muestran un efecto biocida estadísticamente significativo respecto a los demás tratamientos. Además, las concentraciones de caldo a 2.5% y 20% no difirieron en la probabilidad de mortalidad respecto a la concentración al 10%. Por otro lado, aunque el control negativo a base de agua muestra una cierta mortalidad, esto podría deberse a mortalidad natural o efectos del tamaño de las garrapatas.

Figura 1.

Proporción de mortalidad de *B. microplus* en condiciones controladas de laboratorio



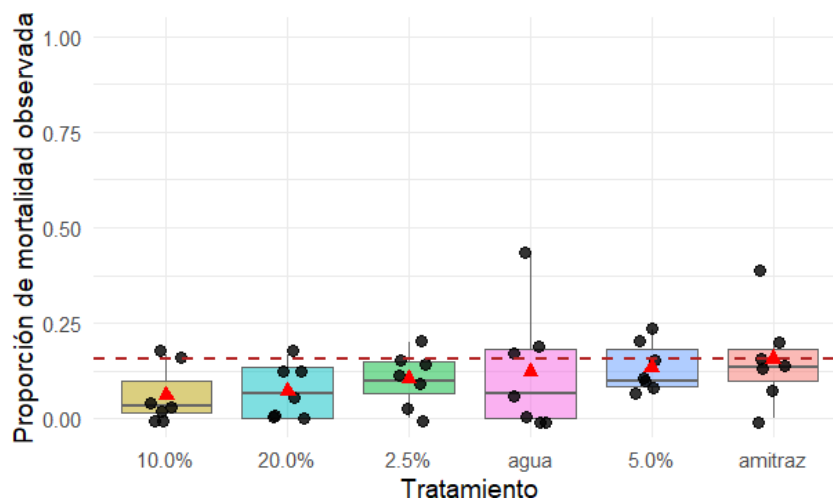
En esta prueba *in vitro*, el verdadero valor de la dosis letal 50 (DL₅₀) al 95% de confianza bajo este modelo comparativo de dosis, podría estar entre 0.6% y 11.4% siendo el valor promedio 5.42%. Es decir que, bajo condiciones experimentales controladas. Sin embargo Aguila (2022), en su estudio afirma que el caldo sulfocálcico tiene un efecto sobre el control en huevos de *B. microplus* en

concentración del 25%. Aunque la dosis era más alta en comparación al presente estudio, este autor sugiere que el uso de caldo sulfocálcico es un controlador natural y es una alternativa para el control de *B. microplus*. El modelo de mortalidad de este estudio, presenta alta variabilidad entre replicas o días, lo que podría corregirse incluyendo más puntos de dosis entre 2.5% y 10% para refinar la curva de letalidad y obtener un DL₅₀ más confiable.

Adicionalmente, ajustó un modelo para comparar los efectos relativos de cada tratamiento con respecto al control positivo (Amitraz), y los resultados indican que ninguna de las concentraciones (aún las dosis altas de 10-20%) supera la eficacia promedio del Amitraz (línea roja) bajo las condiciones del ensayo (Figura 2). Las concentraciones de caldo sulfocálcico al 2.5%, 5% y agua no muestran diferencias estadísticas en la proporción de mortalidad observada de garrapatas frente al Amitraz ($p > 0.05$), aunque su efecto es menor en valor estimado. En otras palabras, el Amitraz, se mantiene como el tratamiento con mayor efecto letal sobre el control de garrapatas en condiciones controladas de laboratorio.

Figura 2.

*Comparación de la proporción de mortalidad observada de *B. microplus* tratadas con caldo sulfocálcico respecto al Amitraz.*



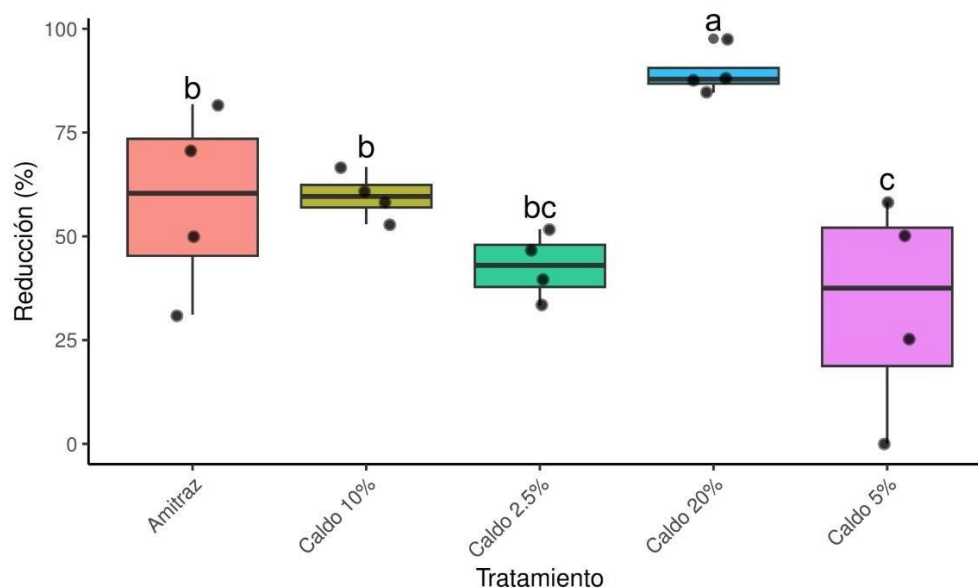
11.2. Carga parasitaria de *B. microplus* en los bovinos antes y después de la dosis de caldo sulfocálcico

En las pruebas en campo, se encontró un efecto significativo en la reducción de la carga parasitaria de *B. microplus* en los bovinos tratado con el caldo sulfocálcico ($F=6.58$, $P=0.0023$, Figura 1). La reducción de la carga parasitaria estuvo en un rango de 25-90%, siendo mayor en la dosis de caldo sulfocálcico al 20% y menor en la dosis del 5%. Los tratamientos de caldo sulfocálcico al 2.5% y 10% tuvieron una reducción de la carga parasitaria similar a la del Amitraz. La efectividad en el control de garrapatas en los tratamientos a base de caldo sulfocálcico es bastante variable, lo que sugiere la necesidad de probar más dosis intermedias en mayor número de animales.

Los resultados de este estudio, coinciden con la investigación de Antipa Rivera (2015), quien reportó una eficacia en la reducción de la carga del 89% de *B. microplus* de bovinos tratados con caldo sulfocálcico en concentraciones del 20%. Esto refuerza la hipótesis de que este producto natural puede ser una alternativa viable para el control de garrapatas frente a los productos químicos convencionales. Esto nos indica, que este producto tiene un efecto acaricida real y medible en condiciones de campo, especialmente en dosis del 20%.

Figura 3.

Reducción de la carga parasitaria de B. microplus en ganado bovino por efecto de los tratamientos en condiciones de campo



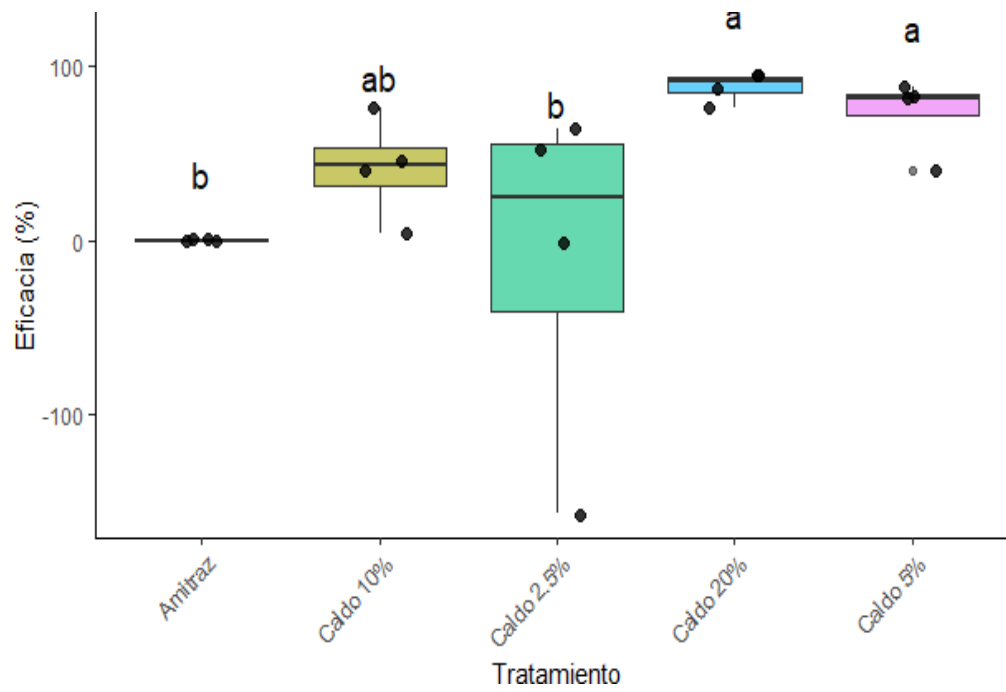
11.3. Eficacia del caldo sulfocálcico en comparación con un tratamiento convencional (o control químico) para el control de garrapatas.

Se encontraron diferencias estadísticas significativas en la eficacia de los tratamientos sobre el control de garrapatas ($F=3.2$; $P=0.0430$; Figura 4). Los tratamientos con caldo sulfocálcico al 5% o 20% presentaron la mejor eficacia en campo, es decir tenían poca variabilidad, alta eficiencia y consistencia en el control de garrapatas. Sin embargo, la dosis 10% tiene una eficacia intermedia y con poca variabilidad, es decir que puede funcionar como tratamiento, Mientras que la dosis de caldo sulfocálcico al 2.5% presenta poca eficacia y alta variabilidad, esto se debe a que la carga parasitaria que había dentro del grupo de esta dosis era alta, lo que resulta en alto riesgo de falle como tratamiento.

La comparación, entre las dosis de caldo sulfocálcico y el tratamiento químico convencional (Amitraz), indica que todas las dosis tienen un efecto positivo en el control de garrapatas, sin embargo, las dosis con mayor efecto son las del 5% y 20% en la carga parasitaria *B. microplus*. Sin embargo, el amitraz al ser un producto químico muestra una mayor acción que el caldo sulfocálcico, el cual presento una eficacia progresiva, alcanzando niveles comparables al final del periodo de evaluación.

Este comportamiento es coherente con lo reportado por Duarte (2016) el amitraz ejerce efectividad sobre el control de *B. microplus*, esto dice que el amitraz actúa de forma inmediata afectando la garrapata desde que hace contacto. Sin embargo Milera-Rodríguez (2024), relata que el caldo sulfocálcico actúa como insecticida y repelente de acaricida, afectando directamente su fisiología, ciclo de vida y su mecanismo de acción es toxicidad por contacto.

Figura 4.
Eficacia del amitraz en comparación con el caldo sulfocálcico para el control de B. microplus en ganado bovino



12. Conclusiones

La presente investigación permitió evaluar el efecto del caldo sulfocálcico como alternativa orgánica para el control de *B. microplus* en ganado bovino en la comunidad El Cacique, municipio de Estelí. Atraves de un diseño experimental riguroso, se logró determinar la dosis letal 50 (DL50), cuantificar la carga parasitaria antes y después de la aplicación de caldo sulfocálcico, y comparar su eficacia con un tratamiento químico convencional.

Los resultados obtenidos evidencian que el caldo sulfocálcico, en concentraciones del 5% y 20%, presentan una eficacia significativa en la reducción de la carga parasitaria, comparable al amitraz, producto químico de referencia.

La DL50 calculada en laboratorio demostró que el caldo sulfocálcico posee propiedades acaricidas efectivas, afectando la supervivencia de la *B. microplus* en condiciones controladas.

Asimismo, los conteos parasitarios realizados en campo reflejaron una disminución notable en las zonas tratadas, confirmando su potencial como herramienta zoonosanitaria.

Este estudio valida científicamente el uso de caldo sulfocálcico como una alternativa viable, accesible y menos nociva para el medio ambiente, alineada con los principios de la agroecología. Su aplicación puede contribuir a mejorar la salud del hato bovino, reducir las pérdidas económicas asociadas a las infestaciones de garrapatas y fortalecer la autonomía de los pequeños productores rurales.

13. Recomendaciones

- Ampliar la muestra y replicar el estudio en la estación seca en otras comunidades del departamento de Estelí, y regiones similares para obtener resultados más robustos.
- Realizar mayor número de pruebas in vitro aplicando concentraciones más continuas de caldo sulfocálcico para obtener una curva de letalidad más definida.
- Establecer protocolos estandarizados para la preparación y aplicación del caldo sulfocálcico.
- Capacitar a los productores sobre el uso del caldo sulfocálcico para el control de *B. microplus* como una alternativa agroecológica.
- Realizar estudios complementarios sobre los efectos secundarios del caldo sulfocálcico en la salud animal y en la biodiversidad del ecosistema.

14. Referencias

- Abbott, W. S. (1987). *A method of computing the effectiveness of an insecticide*.
- Aguila, Y. H., Borrego, A. R., Pérez, M. S., Gómez, J. M. I., García, F. O., Armas, H. L. S., & Medina, R. (n.d.). *Evaluación de la actividad acaricida in vitro del sulfuro de calcio en Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.
- Agustin Estrada. (1994). *Las Garrapatas en España*:
<https://valladolid.com/2018/07/05/las-garrapatas-en-espana-introduccion-por-agustin-estrada-pena-1994/>
- Almada, A. (2015b). *PARASITOSIS: PÉRDIDAS PRODUCTIVAS E IMPACTO ECONÓMICO*. https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/196-Perdidas_productivas
- Alonso-Díaz, M. A., Rodríguez-Vivas, R. I., Fragoso-Sánchez, H., & Rosario-Cruz, R. (2006). Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 38(2), 105-113.
- Antipa Rivera, D., Solano, O. A., & López Borge, A. (2015). EFECTO DE CALDO SULFOCÁLCICO EN EL CONTROL DE GARRAPATAS DEL GANADO BOVINO. *Ciencia e Interculturalidad*, 15(2). <https://doi.org/10.5377/rci.v15i2.1925>
- B, P. D. K. a, D, A. E.-P. c M. C. a, B, H. K., & José de la Fuente a e. (2021). *garrapatas y enfermedades transmitidas por la garrapata*.
- BCN. (2017). *influencia de la ganaderia en la economia nicaraguense* .
- BRAVO VERA, B. K., & CARRANZA MERO, K. A. (2022). *Uso de hongos entomopatogenos como alternativa en el control biologico de garrapatas en la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas*.
- Broglio-Micheletti, S. M. F., de Souza, L. A., Valente, E. C. N., de Araújo, M. J. C., da Silva Dias, N., & Gómez-Torres, M. L. (2012). Evaluación de hongos entomopatógenos como agentes de control biológico para *Rhipicephalus*

- (*Boophilus*) *microplus* (Canestrini, 1887)(Acari: Ixodidae). *Idesia (Arica)*, 30(1), 93-99.
- Cabrera Chavarría, C. A., & Gamboa, T. (2019). *Evaluación de caldo Sulfocálcico y extractos naturales de neem (Azadirachta indica), eucalipto (Eucalyptus spp) y madero negro (Gliricidia sepium) como alternativas para el control de garrapatas en el ganado bovino durante la época seca, 2019.*
- Campuzano Duque, S. (2017). *garrapatas “historia, actualidad, clínica e impacto económico en la ganadería.”* Corporación Universitaria Lasallista.
- Castellón, M. de J. M. (2021). Efecto del azufre y *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta de vacas lecheras como repelente de garrapatas en la comunidad El Regadío-Estelí, 2019. *Teknos Revista Científica*, 21(2), 2.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2019). *InfoStat versión 2019. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 8 July 2020.*
- FAO. (2025). *Directrices para el control sostenible de las garrapatas y la gestión de la resistencia a los acaricidas en el ganado.* <https://openknowledge.fao.org/items/fa7afde9-13db-4e4c-af1d-94525049af09>
- Fumigaciones BAYWERE SERVICES. (2025). *informacion tecnica de las garrapatas.*
- Gálvez, A. B., Segura, R. P., & Vázquez, A. G. (2017). Control biológico de *Rhicephalus (Boophilus) microplus* con hongos entomopatógenos. *Revista Iberoamericana de Las Ciencias Biológicas y Agropecuarias: CIBA*, 6(12), 33-62.
- García, D. S. C., Yucailla, V. A., Lozano, N. V. A., & González, Y. T. (2022). Efecto de biocida natural a base de (ambrosia peruviana, *azadirachta indica*) para el control de garrapatas en bovinos. *Revista de Investigación Talentos*, 9(1), 60-68.

- Gongora Yossa, M. A. (2023). *Afectación por parásitos al ganado bovino en países tropicales.*
- González Reyes, U. A. (2007). *Dinámica de la garrapata (Boophilus microplus) en el municipio de Siuna, Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN).* Universidad Nacional Agraria, UNA.
- Guglielmone, A. A. (2003). *Ticks (Acari: Ixodida) of the neotropical zoogeographic region.*
- Hernández, F. (2005). Manual de ganadería doble propósito. El manejo integrado en el control de garrapatas. In *Manual de ganadería doble propósito.* Maracaibo, Venezuela: Universidad del Zulia. p.
- Hurtado Moreno, M. E., & Juárez Baca, R. E. (2012). *Evaluación de la patogenicidad y esporulación del hongo entomopatógeno Metarhizium anisopliae (Metsch Sorokin) cepa (Metagreen) en control de garrapata del ganado (Boophilus microplus) en su fase parasítica en estado ninfa en 2 etapas: en el Laboratorio de Hongos Entomopatógenos de la UNAN-León y Finca Las Mercedes del Municipio de Malpaisillo.*
- Junquera, P. (2015). *EPRIVERM POUR-ON antiparasitario para BOVINOS - GALMEDIC - eprinomectina 0,5% - endectocida.*
https://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=3490:epriverm-pour-on&catid=212&Itemid=4820
- Kaushlendra Singh. (2023). *parasitologia experimental.* 243.
- La Buena Estrella S.A. (2016). *Control generacional de la garrapata.*
- LÓPEZ GALLO, B. S. (2020). *DETERMINACIÓN DE EFICACIA DEL CALDO SULFOCÁLCICO PARA EL CONTROL DE INSECTOS PLAGAS PREVALENTES EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (CAPSICUM ANNUUM. L) EN MANTA, 2020.*
- Manzo, F. (2011). *RESISTENCIA DE Rhipicephalus (Boophilus) microplus A CIPERMETRINA Y AMITRAZ EN BOVINOS DE ACTOPAN Y VERACRUZ, VER.*

- Fuentes Manzo, Y. et al. (2013). Resistencia de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* a cipermetrina y amitraz en bovinos de Veracruz. Universidad Veracruzana.
- Membreño Rodríguez, H. J., & Ortiz Ayal, D. C. (2015). *Efectividad de los garrapaticidas (piretroides, amidinas, organofosforados) in vitro bajo las condiciones ambientales de la finca experimental "Las Mercedes", municipio de Managua durante junio-septiembre 2015*. Universidad Nacional Agraria, UNA.
- Muñoz Vahos, C., Segura Caro, J. A., Molina Guzmán, L. P., Eraso Cadena, M. P., & Gutiérrez Builes, L. A. (2017). *Enfermedades transmitidas por garrapatas*. Universidad Pontificia Bolivariana.
- Pineda. (1994). *Metodología de la investigación: Manual para el desarrollo de personal de salud*. OPS.
- Piura López, J. (2006). Metodología de la investigación científica. *Managua: PAVSA*.
- Polanco-Echeverry, D. N., & Ríos-Osorio, L. A. (2016). Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(1), 81-95.
- Pratt, L., & Pérez, J. (1997). Análisis de Sostenibilidad de la Industria de la Ganadería en Nicaragua. *Centro Latinoamericano Para La Competitividad y El Desarrollo Sostenible-INCAE. Managua*.
- Puetate, G. (2025). *Impacto de las garrapatas y hemoparásitos en la salud productiva de los bovinos*. •%09González Puetate, I. et al. (2025). Impacto de las garrapatas y hemoparásitos en la salud productiva de los bovinos. Universidad de Guayaquil.
- Ramírez Vargas, R. A., Trujillo Gómez, S. A., & Ramos Medina, Y. S. (2016). *Identificación taxonómica mediante clave de familia, géneros y especies de garrapatas, en animales domésticos de cuatro comarcas del municipio El*

Sauce departamento León, de enero a marzo 2016.

Ripley, M. B., & Suggests, M. (2009). *Package 'KernSmooth.'*

Rivera, D. A., Solano, O. A., & Borge, A. L. (2014). Efecto de caldo sulfocálcico en el control de garraptas del ganado bovino. *Ciencia e Interculturalidad: Revista Para El Diálogo Intercientífico e Intercultural De*, 15(2), 146-153.

ROBERTO HERNANDEZ-SAMPIERI, C. P. M. T. (2018). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION LAS RUTAS CUANTITATIVAS, CUALITATIVAS Y MIXTA.*

Rodríguez-Vivas, R. I., Hodgkinson, J. E., & Trees, A. J. (2012). Resistencia a los acaricidas en *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: situación actual y mecanismos de resistencia. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 3, 9-24.

Rodríguez-Vivas, R. I., Rosado-Aguilar, J. A., Ojeda-Chi, M. M., Pérez-Cogollo, L. C., Trinidad-Martínez, I., & Bolio-González, M. E. (2014). Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1(3), 295-308.

Rojas, M. A. C., & Amaya, M. C. M. (2024). Prevalencia de Parásitos Gastrointestinales y Factores de Riesgo Asociados en Bovinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 75(5), 800-806.

Salas, A. D. y F. (2022). *Rhipicephalus microplus: biología, control y resistencia.* https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiegt/archivos/Manual_R_Microplus.

Statistics, U. I. for. (2013). *Clasificación Internacional Normalizada de la Educación, CINE 2011.* Unesco.

Team, R. C. (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [Http://Www. R-Project. Org/](http://www.R-Project.Org/).

URACCAN. (2020). *Efecto del caldo sulfocálcico para garrapatas en bovinos.*

Zeledón Palacios, Y. C., & Meléndez Rivas, E. (2014). *Eficacia de dos*

tratamientos, en el control de garrapatas en hembras bovinas, Rosita RACCN 2009. Universidad de la Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN).

Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265-267.
<https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>

R Core Team. 2023. "R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing."

Brian Ripley (2009). MASS: Funciones de soporte y conjuntos de datos para MASS de Venables y Ripley. Paquete R versión 7.3-65, <https://cran.r-project.org/web/packages/MASS>

Venables, W. N. & Ripley, B. D. (2002) *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0

Di Rienzo, JA, F. Casanoves, MG Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, and CW Robledo. 2019. "Infostaf Versión 2019."

15. Anexos

Anexo A: Fotos

Ilustración 1
lugar de estudio, comunidad "El Cacique".

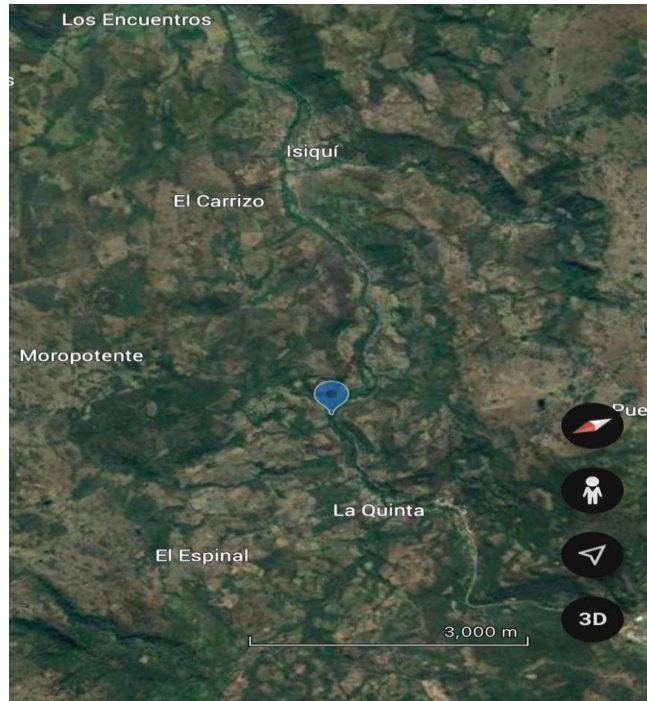


Ilustración 2
Preparación del caldo sulfocalcico



Ilustración 3
Aplicación de los tratamientos en campo



Ilustración 4
Prueba in vitro

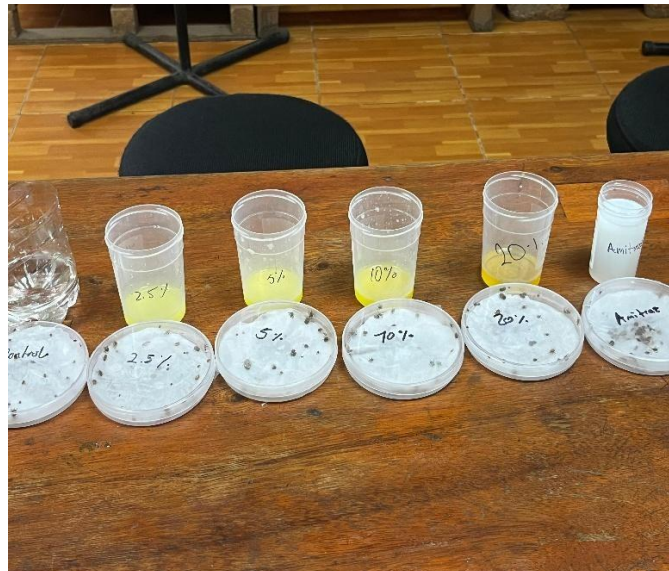


Ilustración 5
Primer conteo de la carga parasitaria en campo



Ilustración 6
Efecto del caldo sulfocalcico en la disminucion de B.microplus



Anexo B: Tabla de recolección de datos

SISTEMA	N*	IDENTIFICACION	EDAD	SEXO	RAZA	ANCAS			UBRE			PEZCUEZO		
						A	M	P	A	M	P	A	M	P
CALDO SULFOCALCICO 2.5%	1													
	2													
	3													
	4													
CALDO SULFOCALCICO 5%	1													
	2													
	3													
	4													
CALDO SULFOCALCICO 10%	1													
	2													
	3													
	4													
CALDO SULFOCALCICO 20%	1													
	2													
	3													
	4													
AMITRAZ	1													
	2													
	3													
	4													



¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



